

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Ігоря Сікорського»
Інститут енергозбереження та енергоменджменту
Кафедра інженерної екології

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ К. К. Ткачук
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” червня 2019 р.

Дипломний проект
бакалаврського рівня вищої освіти

зі спеціальності 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

на тему: АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» з модернізацією системи очистки стічних вод

Виконала: студентка 4 курсу, групи ОЗ-51

Горбачова Катерина Юріївна

(підпис)

Керівник : д. т. н., доц. Тверда О. Я.

(підпис)

Консультант з економічної частини к. т. н., ас. Репін М. В.

(підпис)

Консультант з охорони праці к. т. н., доц. Козлов С. С.

(підпис)

Рецензент _____

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	Виконано
2	A4	ОЗ-51.2403.41.19	Пояснювальна записка	79	Виконано

				ОЗ-51.2403.41.19		
	ПІБ	Підпис	Дата			
Розробн.	Горбачова К. Ю.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Тверда О. Я.				1	1
Консульт.					НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» Каф. ІЕЕ Гр. ОЗ-51	
Н/контр.	Репін М. В.					
Зав.каф.	Ткачук К. К.					

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» з модернізацією системи очистки стічних вод

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Інститут енергозбереження та енергоменджменту

Кафедра інженерної екології

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ К. К. Ткачук

(підпис) (ініціали, прізвище)

“___” червня 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Горбачовій Катерині Юріївні

1. Тема проекту: АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» з модернізацією системи очистки стічних вод

керівник проекту: д. т. н., доц. Тверда О. Я.

затверджена наказом по університету від «22» травня 2019 р. №1329-с.

2. Строк подання студентом проекту 12 червня 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту: показники аналізу стічних вод Іршанського гірничо-збагачувального комбінату, технологічна схема видобутку руди на ІГЗК, схема водопостачання та водовідведення кар'єру та доводчої фабрики.

4. Зміст пояснювальної записки: дослідження технологічної схеми видобування та збагачення ільменіту, визначення основних забруднюючих речовин в стічних водах підприємства; аналіз сучасних методів та розробка комплексного способу мінімізації скидів забруднених вод підприємством;

економічне обґрунтування проектних рішень та визначення вимог охорони праці на підприємстві.

5. Перелік графічного матеріалу: схематичний план титанових родовищ Іршанської групи, схема водопостачання та водовідведення фабрики кар'єру, схема камери нейтралізації з двоступеневим введенням реагентів.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Еколого-економічне обґрунтування доцільності впровадження запропонованого підходу	к. т. н., ас. Репін М. В.		
Охорона праці	к. т. н., доц. Козлов С. С.		

7. Дата видачі завдання 15.04.2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Аналіз впливу підприємства на навколишнє середовище	15.04.19 – 30.04.19	виконано
2.	Аналіз сучасних підходів щодо очистки стічних вод ГЗК	01.05.19 – 15.05.19	виконано
3.	Патентний та літературний огляд інформації	16.05.19 – 25.05.19	виконано
4.	Вибір та обґрунтування обраного методу	26.05.19 – 29.05.19	виконано
5.	Розрахунок еколого-економічного ефекту запропонованих заходів	30.05.19 – 3.06.19	виконано
6.	Визначення вимог охорони праці	4.06.19 – 7.06.19	виконано
7.	Підготовка графічного матеріалу	8.06.19 – 12.06.19	виконано

Студент _____ (підпис)

Горбачова К. Ю.

Керівник _____ (підпис)

Тверда О. Я.

РЕФЕРАТ

Обсяг дипломного проекту – 81 сторінка.

Кількість ілюстрацій – 6.

Кількість таблиць – 12.

Кількість додатків – 1.

Кількість джерел згідно з переліком посилань – 31.

Мета проекту – зниження рівня забруднення стічних вод з використанням методів нейтралізації забруднюючих речовин.

Об’єкт дослідження – процес забруднення стічних вод внаслідок видобутку і збагачення ільменіту.

Предмет дослідження – методи очищення промислових стічних вод від шкідливих речовин на гірничо-збагачувальному комбінаті.

У дипломному проекті описуються загальні відомості про підприємство, його технологічні процеси, аналізуються сучасні підходи щодо очищення стічних вод гірничо-збагачувальних комбінатів, надаються обґрунтування доцільності впровадження методу вапнування стоків та проведено економічне обґрунтування доцільності реалізації запропонованих заходів.

В проекті запропоновано модернізувати існуючу систему очистки стічної води на Іршанському гірничо-збагачувальному комбінаті за допомогою методу вапнування стоків, що є найбільш дешевою альтернативою наявному на підприємстві методу очищення. Такий підхід дасть змогу підвищити ефективність осадження важких металів і нейтралізації кислих стічних вод, а також допоможе вирішити проблему складування відходів Білокоровицького родовища.

Еколого-економічний ефект досягається за рахунок зменшення обсягу скиду забруднюючих речовин у водні об’єкти.

Ключові слова: очищення, вода, кислі стічні води, ільменіт, гірничо-збагачувальний комбінат, модернізація, вапнування.

ABSTRACT

Volume diploma project – 81 pages.

Number of illustrations – 6.

Number of additions – 1.

Number of tables – 12.

Number of sources in accordance with the list of references – 31.

The purpose of this work - the decrease of the pollutants level in industrial wastewater using the neutralization methods.

The object of the research - formation of pollutants in a result of technological processes of mining and processing of ilmenite.

The subject of the research - methods of industrial waste-water cleaning from different pollutants on mining and processing plant.

The general information about the plant, its technological processes, analysis of the modern approaches to industrial waste-water cleaning on mining and processing plant, feasibility of sewage liming method and ecological and economic rationale of the realization of the proposed measures are described in diploma project.

The modernization of the existent waste-water cleaning system on the Irshansk mining and processing plant using the sewage liming method is proposed in diploma project. It is the cheapest alternative to the current waste-water cleaning method on the factory. Such treatment will give the opportunity to increase the efficiency of heavy metals deposition and acidic water-waste neutralization. It also solves the problem of storing wastes on the Bilokorovychi deposit.

The environmental-economic effect is achieved by the reducing of pollutants dumping volume into the water objects.

Key words: cleaning, water, acidic water-waste, ilmenite, mining and processing plant, modernization, liming.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	10
ВСТУП	11
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА АТ «ОБ'ЄДНАНА ГІРНИЧО-ХІМІЧНА КОМПАНІЯ» ФІЛІЇ «ІРШАНСЬКИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ».....	13
1.1 Загальні відомості про АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат».....	13
1.2 Характеристика фізико-географічних умов району розташування підприємства.....	14
1.3 Технологія видобутку руди на ІГЗК	18
1.4 Оцінка впливу Іршанського ГЗК на довкілля	25
Висновки до розділу 1	28
2 ВПЛИВ ДІЯЛЬНОСТІ ІГЗК НА СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ПІДХОДИ ЩОДО ОЧИЩЕННЯ СТОКІВ	29
2.1 Характеристика схеми водопостачання та водовідведення ІГЗК.....	29
2.2 Технічні характеристики циклів зворотних вод	36
2.3 Аналіз сучасних підходів щодо очищення стічних вод гірничо-збагачувальних комбінатів.....	37
Висновки до розділу 2	42
3 МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ІРШАНСЬКОМУ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОМУ КОМБІНАТІ.....	43
3.1 Характеристика стічної води, очищеної наявним на підприємстві методом	43
3.2 Очищення стічних вод методом вапнування	47
3.3 Ефективність очищення	53

					ОЗ-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горбачова К. Ю.			ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Тверда О. Я.					8	2
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

Висновки до розділу 3	54
4 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ.....	55
4.1 Розрахунок екологічного податку	55
4.2 Розрахунок чистого еколого-економічного ефекту.....	57
Висновки до розділу 4	59
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	60
5.1 Загальні положення.....	60
5.2 Техніка безпеки при експлуатації машин і обладнання ГЗК.....	64
5.3 Протипожежна безпека	67
Висновки до розділу 5	69
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	71
ДОДАТОК А.....	74

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АТ – акціонерне товариство

ГЗК – гірничо-збагачувальний комбінат

ІГЗК – Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат

ГДК – гранично допустима концентрація

ГДС – гранично допустимий скид

ОП – охорона праці

ТЕЦ – теплоелектроцентрально

					ОЗ-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К. Ю.					10	1
Перевір.		Тверда О. Я.						
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

ВСТУП

Актуальність теми. Питання ефективного і дешевого методу очищення промислових стоків від важких металів та інших забруднюючих речовин з подальшою їх утилізацією є дуже актуальним. У дипломному проекті розглядається АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат».

Води гірничо-збагачувального комбінату містять у своєму складі забруднюючі речовини, які перед скиданням у водойми їх потребують очищення, а вловлені речовини, за можливості – вторинної переробки. Найбільш поширеними забруднювачами таких вод є сполуки хлору та сірчана кислота, розчинні солі, в основному сульфати важких металів: заліза, міді, цинку, марганцю та нікелю. Такі води без попередньої очистки та нейтралізації не можуть бути використані у промислових цілях.

Мета проекту – модернізація системи очищення стічних вод на АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат».

Об'єкт дослідження – процес забруднення стічних вод внаслідок видобутку і збагачення ільменіту.

Предмет дослідження – зниження рівня забруднення стічних вод з використанням методів нейтралізації забруднюючих речовин.

Для реалізації мети визначено такі **задачі**:

– виконати аналіз впливу АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» на навколишнє середовище;

					ОЗ-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К. Ю.						
Перевір.		Тверда О. Я.					11	2
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

- оцінити наявну систему очищення стічної промислової води на АТ «Об’єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат»;
- виконати аналіз сучасних підходів щодо очищення стічних вод гірничо-збагачувальних комбінатів;
- виконати аналіз доцільності впровадження вапнування для очистки стоків;
- розрахувати еколого-економічний ефект від модернізації існуючої системи очистки стічних вод на ГЗК.

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						12
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА
АТ «ОБ'ЄДНАНА ГІРНИЧО-ХІМІЧНА КОМПАНІЯ» ФІЛІЇ
«ІРШАНСЬКИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ»

1.1 Загальні відомості про АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат»

Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат є одним з найбільших підприємств Житомирської області, що було засноване у 1954 році у Хорошівському районі, метою якого є розробка родовищ ільменітової руди. Нове підприємство розпочало розробку іршанської групи родовищ титанових руд.

В процесах діяльності підприємства відбуваються порушення режиму ґрунтових і поверхневих вод, скорочення площ під лісові і сільськогосподарські угіддя [1].

Сьогодні Іршанський ГЗК це повністю сформоване підприємство з своєю необхідною для роботи інфраструктурою. Проводить гірничі роботи від їх проектування, розробки родовища корисних копалин до рекультивації відпрацьованих земель.

Виробничо-господарська діяльність на комбінаті проводиться за такими основними напрямками:

- гірничоексплуатаційні роботи та збагачення ільменітовмісних пісків з випуском ільменітового концентрату;
- здійснення зовнішньоекономічної діяльності;
- складання проектно-конструкторської, проектно-будівельної та проектно-кошторисної документації;
- збір та реалізація лому чорних та кольорових металів;

					ОЗ-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА АТ «ОБ'ЄДНАНА ГІРНИЧО-ХІМІЧНА КОМПАНІЯ» ФІЛІЇ «ІРШАНСЬКИЙ ГЗК»	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К. Ю.						
Перевір.		Тверда О. Я.					13	16
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

- експлуатація та утримання житлового фонду, об'єктів охорони здоров'я та культури.

Крім того, в статуті підприємства закріплені інші види діяльності підприємства:

- організація внутрішніх та зовнішніх перевезень пасажирів та вантажів власним, залученим та орендованим транспортом;

- постачання та передача електроенергії.

До складу комбінату входять три кар'єри, дві збагачувальні фабрики та допоміжні цехи.

Промисловий комплекс району складається з галузей добувної та переробної промисловості.

На базі місцевої сировини функціонує промислово-будівельний комплекс. Підприємства промисловості будівельних матеріалів працюють на місцевій сировині. Вони виготовляють залізобетонні конструкції, блоки, цеглу, щебінь, асфальт тощо.

1.2 Характеристика фізико-географічних умов району розташування підприємства

У геоструктурному відношенні ділянка розташована в Хорошівському масиві, що складає південно-східну частину докембрійського Коростенського плутону Українського кристалічного щита. Породи масиву були основним джерелом переносу і наступного накопичення ільменіту, вміст якого в гірських породах складає від 2 % до 5 % [2].

В геоморфологічному відношенні район ІГЗК відноситься до рівнини Поліського типу, що сформована в середньочетвертинну епоху в результаті діяльності льодовика і водно-льодовикових потоків Дніпровського зледеніння.

Геологія представлена докембрійськими інтрузивними породами основного складу, які лежать в основі кристалічного фундаменту; корою вивітрювання та осадовими породами мезо-кайнозою.

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						14
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Район ІГЗК з поверхні складений, в основному, піщано-глинистими ґрунтами з блюдцями торфів. Потужність піщано-глинистих ґрунтів від 2 м до 60 м [3].

Піщано-глинисті ґрунти мають фракцію від 1,6 мм до 0,07 мм. Каолінові глини в названому ґрунті складають біля 40 %. Піски на деяких ділянках складені з ільменіту різних генетичних типів розсипів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Склад ільменітових пісків

Генетичний тип розсипу	Хімічний склад, %				
	TiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
1. Алювіальний	50,84÷54,67	22,43÷33,02	11,18÷19,16	0,02÷0,22	0,005÷0,033
2. Алювіально-делювіальний	52,22÷63,16	2,69÷23,86	15,87÷34,83	0,039÷0,38	0,005÷0,092
3. Делювіальний	47,27÷53,2	26,26÷38,17	8,18÷17,69	0,017÷0,098	0,007÷0,022

Проаналізувавши дані ми бачимо, що ільменіт різних генетичних типів розсипів має різний відсотковий хімічний склад. Ці дані впливають на подальшу переробку ільменітових пісків на фабриках.

Гідрологічна мережа представлена водотоками басейну р. Тетерів, що належить до Чорноморсько-Дніпровського басейну. Основна водна артерія – р. Ірша, відноситься до рибогосподарських водотоків II категорії. Вона зарегульована греблями, найбільша з яких розташована в Хорошівському районі, смт. Нова Борова, внаслідок чого утворене Іршанське водосховище ємністю 30 млн. м³, що використовується для виробничого та господарсько-питного водопостачання [3].

Ділянка комплексу кар'єру № 9 знаходиться в басейні р. Рихта, що є лівою притокою р. Тростяниця, бере початок з болота.

Ґрунтові води в районі ІГЗК представлені двома водоносними горизонтами — ґрунтові води алювіальних і флювіогляціальних відкладень четвертинного віку та підземні води докембрійських відкладень, які мають тісний зв'язок між собою, а також з поверхневими водами.

Ґрунтові води на значній площі залягають на невеликих глибинах (від 0,3 м до 1,5 м), досягаючи місцями 15 м. На окремих ділянках піднімаються до денної поверхні, створюючи заболочені низини і болота. Рівень залягання ґрунтових вод залежить від кількості опадів та пори року.

Відкачка основної кількості підземних вод у процесі експлуатації об'єктів передбачається в хвостосховища (ставки-відстійники) для використання в оборотному водопостачанні.

На балансі комбінату знаходиться водоймище греблі №1 на річці Ірша в районі смт. Нова Борова проектною ємністю 30 млн. м³ води і займає площу 6,91 км². Довжина – 8 км, ширина – 870 м. Середня глибина – 4,4 м., максимальна – 12,5 м.

Воду використовують для підживлення систем зворотного водопостачання і господарсько-побутових потреб Іршанського ГЗК, смт. Іршанськ, підприємств у смт. Нова Борова і господарсько-побутові потреби цього селища.

Отже майже всі комплекси кар'єрів знаходяться неподалік водних об'єктів.

Клімат району помірно-континентальний з помірно холодною зимою та теплим літом. Він формується переважно під впливом повітряних мас, що надходять з Атлантики.

Середньорічна температура повітря становить 7,1°C.

Сніг випадає наприкінці листопаду – початку грудня і лежить біля 100 днів. Висота сніжного покриву – 20 см. Глибина промерзання ґрунту в середньому 0,6-0,8 м, максимальна – 1,08 м.

Найбільш холодний місяць – січень, з середньою температурою -5,6 °С, найбільш теплий місяць – липень 18,0 °С.

Абсолютний мінімум та максимум температур становить відповідно -34,4°C та 36,7 °С, без морозний період складає біля 7,5 місяців.

Проаналізувавши дані показники ми можемо зробити висновок відносно того, що підприємство може працювати протягом року без перерв, навіть і в

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						16
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

холодні періоди року, бо клімат не є суворим. Також не спостерігається затяжних, несприятливих погодних умов, які б перешкоджали нормальному функціонуванню підприємства.

По території об'єкту протягом року найбільш часто панують вітри західного та північно-західного напрямку. Середньорічна швидкість вітру – 3,6 м/с.

Різноманітність рельєфу, кліматичних і ґрунтових умов створили видовий склад його флори. Район розташований в зоні мішаних лісів [4].

Лісистість території району становить 17,2 % (для порівняння: лісистість Житомирщини – 34,9 %, України – 14,2 %). Загальна площа лісів в районі складає 15 тисяч гектарів, з них – 3221 га становить державний лісовий фонд, 11779 га – ліси, що належать колективним підприємствам.

У структурі державного лісового фонду переважають хвойні (сосна 55,5 %, ялина 0,6 %), листяні (дуб 26,2 %, береза 13,3 %, вільха 3,9 %, тополя 0,4 %, осика 0,1 %) породи. Ростуть також граб, ясен, клен, липа та інші види дерев [5].

Район багатий на лікарські рослини, та у зв'язку з радіаційним забрудненням, їх збір та заготівля в районі обмежені.

У фауні району представлені копитні ссавці: лось, благородний олень, вовк, козуля, дикий кабан. Досить різноманітний світ птахів. Тут зустрічаються тетеруки, рябчики, глухарі, шпаки, синиці, дрозди, чорний дятел, журавель сірий, дикі голуби, куріпка, зозуля та ін.

У районі розташування і розробки родовищ відсутні промислові, сільськогосподарські і житлово-комунальні об'єкти, наземні і підземні спорудження, на які експлуатація родовищ мала б несприятливий вплив.

Всі родовища рівновіддалені (15-20 км) від адміністративного центру смт. Іршанськ, де знаходяться допоміжні виробничі цехи та діляниці, а також житловий фонд виробників.

На ділянках розробки відсутні також зони рекреації, культурні ландшафти, пам'ятники архітектури, історії, культури й інші елементи техногенного середовища [6].

На цих територіях не помічені шляхи міграції птахів та тварин, не спостерігаються нерестовища риби, відсутні заповідні зони, популяції і ділянки зростання рідкісних і зникаючих видів рослин, занесених у Червону книгу України.

1.3 Технологія видобутку руди на ІГЗК

Мінерально-сировинна база ІГЗК складається із Межирічного родовища ільменіту. Родовище віддалене від адміністративного центру смт. Іршанськ, на 3-5 км, де знаходяться допоміжні виробничі цехи та дільниці, а також житловий фонд виробничників.

Виробничі потужності Іршанського ГЗК базуються на експлуатації запасів Межирічного родовища кар'єрами №№ 7, 8, 9:

- Середня ділянка (кар'єр № 7);
- Юрська ділянка I (кар'єр № 8);
- Юрська ділянка II (кар'єр № 9).

За потужністю рудні відкладення в межах цих родовищ змінюються від 1-2 м до 15-20 м. Невелика потужність розкривних піщано-глинистих порід (від 5-10 м до 25 м) визначила безтранспортний спосіб ведення розкривних робіт з використанням крокуючих драглайнів.

Добувні роботи ведуться двома способами: екскаваторно-конвеєрним та екскаваторно-гідравлічним.

Геологорозвідувальними роботами виявлений та оцінений ряд рудних об'єктів, які можна вважати перспективними для промислового освоєння у подальші роки [2].

Характерними геологічними ознаками родовищ Іршинської групи є:

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						18
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

- відсутність суцільної рудної зони, а ділянки забруднення являють собою плямисті блоки, що характеризуються високим вмістом глин та складними гірничо-геологічними умовами відпрацювання;
- різке коливання вмісту TiO_2 в ільменіті – від 50 % до 70 %;
- різне співвідношення оксидів титану та заліза не лише між родовищами, але й в межах ділянок одного родовища;
- наявність в рудних пісках інших мінералів, більшість з яких не мають промислової цінності, а в деяких випадках навіть ускладнюють технологію збагачення ільменіту (сидерит, лимоніт, марказит та інші з електромагнітної групи);
- обмеженість наявних запасів [4].

Такі особливості сировинної бази визначають необхідність обов'язкової детальної технологічної підготовки до освоєння конкретних ділянок родовищ з подальшим додатковим визначенням економічної доцільності їх промислової розробки, а також технічних рішень щодо переробки руди та маркетингових опрацювань специфіки споживання товарної продукції.

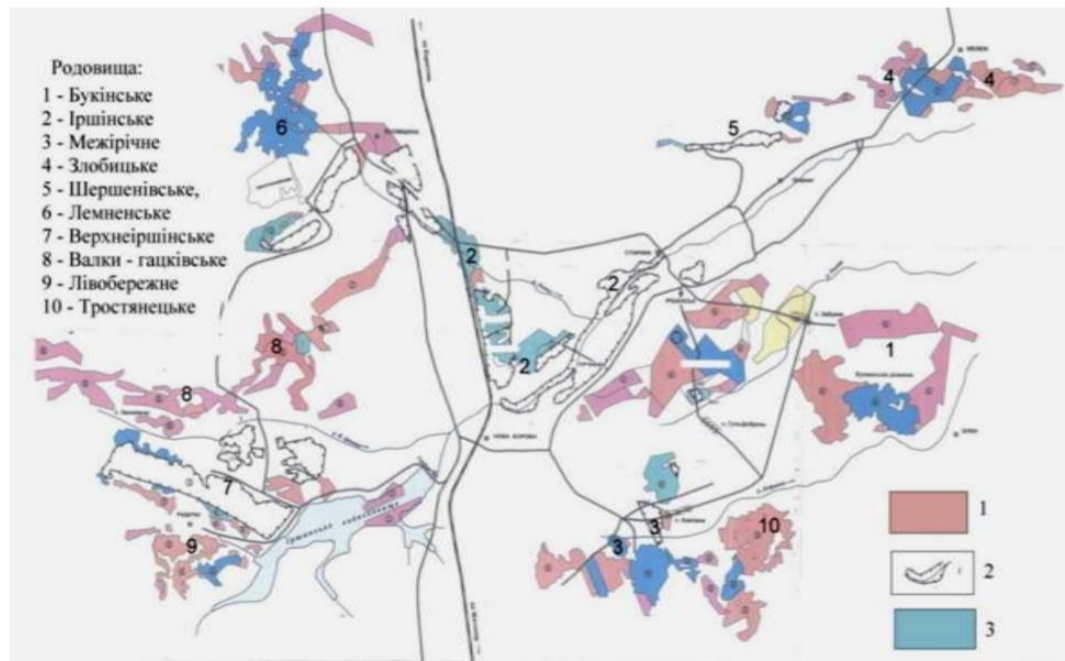
На рис. 1.1 зображений схематичний план розміщення титанових родовищ Іршанської групи.

Крім основної апатито-ільменітової сировини родовища Іршанської групи мають значний вміст циркону і марказиту, які в нинішній час при технологічній переробці ільменітових пісків накопичуються в відвалах збагачувальних фабрик. У подальшій перспективі повинні бути розв'язані питання видобутку із сировини супутніх мінералів і металів (циркону, марказиту, ванадію, скандію та інших).

Технологія розкриття кар'єру передбачає такі види робіт:

- 1) осушення і очищення від рослинності поверхні кар'єру;
- 2) зняття родючого і потенційно-родючого шару ґрунту і переміщення його у зовнішні відвали;
- 3) підготовка початкового фронту розкривних і видобувних робіт;
- 4) розкривні роботи;

- 5) видобувні роботи;
- 6) рекультивація порушених земель і кар'єрів.



1-перспективні поклади; 2-діючі кар'єри; 3-відпрацьовані ділянки
Рисунок 1.1 – Схематичний план титанових родовищ Іршанської групи

Для нормальної експлуатації родовища територія повинна бути осушеною.

Зняття родючого і потенційно-родючого ґрунтів здійснюють, в основному, двома видами механізмів: бульдозерами і скреперами. Після чого він складається у відвал [6].

Розкривні і добувні роботи на кар'єрах Іршанського гірничо-збагачувального комбінату ведуться екскаваторно-гідравлічним способом із розмивом попередньо розпушених пісків з використанням крокуючих екскаваторів ЕК-5/45 та ЕК-10/60. Для розмиву застосовуються гідромонітори, для транспортування рудних пісків на фабрику – землесосні установки.

Вода від насосної станції оборотного водопостачання двома водяними насосами, що працюють паралельно, подається в кар'єр по водоводу трубою

діаметром – 530 мм. Необхідна кількість води для розмиву пісків і приготування пульпи 1400-1500 м³/год.

Видобуті рудні піски екскаватор складає у відвал безпосередньо із забою або проміжного відвалу перед гідромоніторами. Відвал рудних пісків розмивають два гідромонітори. Перед насадками тиск води складає 6,5-8 атм, 30-40 м/с - швидкість витікання струменю.

Перший гідромонітор призначений тільки для розмивання та транспортування пісків до приймального зумпфу забійної станції, другий додатково робить приготування пульпи і очищення решітки зумпфа від каміння. Сировина по пульпопроводу подається на фабрики первинного збагачення.

З метою очистки вод від зважених речовин, кар'єрні води подаються в ставки-відстійники, де відстоюються до нормативного рівня.

Виробниче водопостачання при розробці кар'єру представлене системою оборотного водозабезпечення. Передбачена за потреби організація тимчасового водозабору на р. Ірша на поповнення втрат при випаровуванні та фільтрації. Питне водозабезпечення організується привозною водою. Господарсько-побутові потреби задовольняються водою з артезвердловини [7].

На ІГЗК використовуються дві схеми збагачення ільменітовмісних пісків: з неперервним та перервним циклами.

Схема збагачення з перервним циклом включає видобування пісків відкритим способом і первинне збагачення пісків з отриманням чорнових концентратів на борту кар'єра.

Схема з неперервним циклом збагачення включає видобування пісків і послідовне їх збагачення на фабриці з отриманням товарного ільменітового концентрату. Піски які подаються з кар'єрів на фабрику, проходять три стадії дезінтеграції: знешламлення, грохот, збагачування на гвинтових сепараторах до отримання чорнового концентрату з вмістом 46-50 % ільменіту і доводяться до товарного ільменітового концентрату на електромагнітних та електростатичних сепараторах.

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						21
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

На невеликих збагачувальних фабриках, що знаходяться в безпосередній близькості від місця видобутку пісків здійснюється первинне збагачення. Кожен кар'єр обслуговується відповідною фабрикою.

Продукцією фабрик первинного збагачення є «чорновий» ільменітовий концентрат, що містить приблизно 70 % ільменіту.

Процес збагачення руди на таких фабриках складається з таких етапів:

1. Підготовка пісків до збагачення. Цей етап здійснюється з метою розмивання наданих на фабрику пісків, видалення великих (більші за 4 мм) і дрібних (менші за 0,05 мм) часток, що майже не містять у своєму складі ільменіту. За допомогою процесів дезінтеграції, грохочення та знешламлювання проводиться підготовка пісків у вигляді пульпи. Основним обладнанням цих процесів є скрубери, інерційні грохоти і гідроциклони. Продуктом підготовки пісків до збагачення є зерниста маса, що містить у своєму складі ільменіту 8-15 %.

2. Гравітаційне збагачення. Цей етап здійснюється з метою видалення основної маси порожньої породи, а саме кварцу, який майже в два рази легший за ільменіт. Гравітаційне збагачення виконується за допомогою кількох стадій гвинтової сепарації. Основним обладнанням є гвинтові сепаратори різноманітних моделей. Продуктом гравітаційного збагачення є «чорновий» ільменітовий концентрат, що містить до 70 % ільменіту.

Після чого чорновий ільменітовий концентрат спеціальним автотранспортом перевозиться на доводчі фабрики. «Чорновий» концентрат доставляється автотранспортом на дві доводчі фабрики, на яких відбувається кінцеве збагачення ільменіту. Продукцією доводчих фабрик є концентрат ільменіту з вмістом більше ніж 94,5 % [4].

Збагачення на доводчих фабриках складається з таких етапів:

1. Мокра магнітна сепарація. На відміну від кварцу, ільменіт має магнітні властивості, тому за рахунок процесу мокрої магнітної сепарації відбувається збагачення чорного ільменітового концентрату. Сепарація проводиться за допомогою валкових електромагнітних сепараторів типу

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						22
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

ЕВМ. Мокра магнітна сепарація не досить ефективна і не дає можливості досягти максимуму ільменіту в кінцевому продукті.

2. Суха сепарація. Для збільшення видобутого ільменіту з відходів мокрої магнітної сепарації використовується суха магнітна сепарація, яка здійснюється на валкових електромагнітних сепараторах типу 2ЕВС-36/100. Кінцевий продукт - готовий ільменітовий концентрат, що містить в своєму складі ільменіту не менше 94,5 % [4].

Крім перерахованих вище основних операцій у технології збагачення також використовуються такі допоміжні операції: зневоднення і сушіння, які виконуються за допомогою барабанних печей, вакуум-фільтрів, та зневоднюючих конусів.

Хвости збагачення (промисловий продукт із низьким вмістом ільменіту) направляються по трубопроводу в хвостосховище. Вода для гідророзмиву рудних пісків і транспортування їх з ставка-відстійника на збагачувальну фабрику подається насосною станцією оборотного водопостачання. Від фабрики вода транспортує хвости, що під власною вагою осідають у ложі хвостосховища, а вода після відстою знову подається в технологічний процес. Таким чином, робота гірничо-збагачувального комплексу здійснюється по замкнутому циклу.

Виробниче водопостачання кар'єрів нерозривно пов'язано зі схемою водопостачання збагачувальних фабрик і є складовою частиною всієї системи замкнутого оборотного водопостачання комплексу (рис. 1.2)

Освітлена вода за допомогою насосної станції оборотного водопостачання по трубопроводах направляється на кар'єр до забійних установок, а потім на збагачувальну фабрику. Після збагачення рудних пісків гравітаційними методами вода, разом із хвостами збагачення, потрапляє в хвостосховище [8].

На комбінаті ведеться постійний контроль за якістю продукції, а також продуктів отриманих на стадії технологічної переробки продуктів. Всі проміжні продукти досліджуються на вміст ільменіту та двоокису титана, а

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						23
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

готова продукція ще й на вміст п'ятиокису фосфору, оксиду хрому, оксиду заліза та ін.

Для вивчення якісних та кількісних характеристик ільменіту в лабораторіях комбінату проводиться повний мінералогічний і хімічний аналіз, визначається гранулометричний склад продуктів.

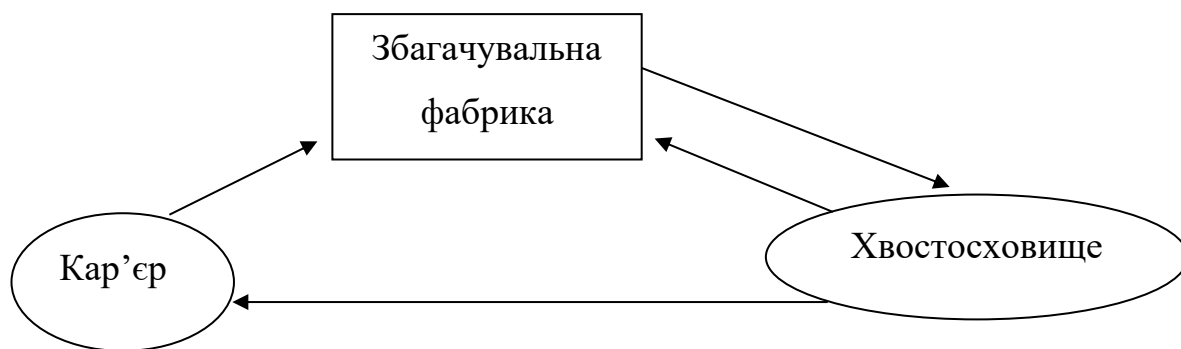


Рисунок 1.2 – Типова спрощена схема оборотного водопостачання комплексів кар'єр → хвостосховище → фабрика

Ільменітовий концентрат – суха (вологість 1-1,5 %), сипуча маса зерен ільменіту, що відвантажується насипом у залізничні вагони для транспортування споживачу.

Якісні показники ільменітового концентрату наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Якісні показники ільменітового концентрату

Марка концентрату	Якісні показники (масова частка), %							
	Ільменіт	TiO ₂	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	Si O ₂	Волога
М 1	≥96,0	53,0-55,0	≤0,14	≤0,10	FeO/ Fe ₂ O ₃ ≥1,3		2,0	≤1,5
М 2	≥97,5	54,5-56,5	≤0,12	≤0,10	FeO/ Fe ₂ O ₃ ≥1,2		1,2	≤1,5
М 3	≥96,0	55-57,5	≤0,16	≤0,10	FeO/ Fe ₂ O ₃ ≥0,8		2,0	—

Як бачимо з табл. 1.2 в залежності від хімічного і мінералогічного складу ільменіт поділяється на три марки. Відповідно це впливає на подальшу переробку ільменітового концентрату в хімічному або металургійному виробництві.

1.4 Оцінка впливу Іршанського ГЗК на довкілля

Видобуток корисних копалин на кар'єрі пов'язаний з необхідністю виймання і переміщення великих обсягів розкривних порід і таких, що містять корисні копалин [5].

На територіях, задіяних під гірничі роботи:

- змінюється рівень підземних вод і гідрогеологічний режим; відбувається підтоплення, заболочування і засолення ґрунту;
- виникають техногенні пустелі; з'являється штучний сірчаноокислий ландшафт;
- знищується рослинність, змінюється ландшафт території;
- в районах розміщення гірничопромислових підприємств порушується стійкість екосистем;
- розсіюються геохімічні елементи земної кори і відбувається забруднення ними гідросфери та атмосфери;
- спостерігається посилення ерозійних процесів земної поверхні та кори.

Під час розробки таких родовищ не виконується повне комплексне видобування корисних копалин із надр та їх повна переробка. Насьогодні в Україні мало використовуються розкривні та супутні породи, наслідком чого є накопичення величезної кількості виробничих відходів і пустих порід у відвалах. Внаслідок недосконалості наявних технологій розробки родовищ, кар'єри мають достатньо великі втрати сировини [2].

Під час видобутку ільменіту великої шкоди зазнають гідросфера та земельні ресурси, у трохи меншій мірі атмосфера.

З точки зору порушення ландшафтів негативних змін зазнає ґрунтово-рослинний покрив на значних територіях, не залежно від того, що більша частина його знімається і складається в окремі відвали, порушення поверхні землі відбувається як гірничими виробками, так і відвалами відпрацьованих порід. Такі порушення викликають деградацію або загибель рослинного

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						25
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

покриву, зниження якості та негативні зміни структури ґрунтового-рослинного шару. Відкриті гірничі роботи та супутні їм технологічні процеси є причинами глобальних змін ландшафту регіону.

Також при відкритих гірничих роботах виникають порушення складу та режиму поверхневих вод, такі процеси зумовлюються кар'єрним водовідливом, водозниженням та вододренажем. Внаслідок забруднення поверхневих вод продуктами розкладання вибухівки, паливно-мастильних матеріалів, скиду мінералізованих вод у поверхневі води при кар'єрному водовідливі змінюється склад води. Поверхневі та підземні води дуже взаємопов'язані, гірничі роботи відкритим способом також викликають порушення складу підземних вод і їх режиму [3].

Під час проведення відкритих гірничих робіт по видобуванню корисних копалин також інтенсивно забруднюється повітряний басейн регіону. Забруднення повітря зумовлене потраплянням пилогазової суміші в атмосферне повітря при масових вибухах. Інтенсивність такого забруднення в основному залежить від виду вибухівки, потужності вибуху, релізації технічних засобів зі зменшення забруднення повітря в результаті вибуху та погодно-кліматичних умов району.

В роботі кар'єрів задіяна велика кількість технологічних та транспортних машин, більшість з яких обладнана двигунами внутрішнього згоряння, котрі, в свою чергу, також є джерелом забруднення атмосферного повітря. Також повітря забруднюється продуктами вітрової ерозії відвалів, бортів кар'єрів та хвостосховищ.

Гірничо-видобувні роботи також впливають на гідрологічні умови району, найчастіше це залежить від умов розташування родовищ.

Гідрологічні явища, що виникають внаслідок розробки кар'єрів значно впливають на прилеглі території, впливаючи на рух підземних вод, викликаючи появу депресійних лійок, які знижують рівень питної води у криницях сусідніх населених пунктів.

На гірничодобувних підприємствах, особливо на збагачувальних фабриках та на переробних заводах, вода використовується у великих кількостях для технічних, технологічних та побутових потреб.

При будівництві та під час експлуатації кар'єрів внаслідок наявності поверхневих і підземних вод проявляються такі ускладнення:

- 1) деформація поверхні землі та гірських виробок;
- 2) ускладнення проведення бурових та вибухових робіт;
- 3) часткове зниження продуктивності технологічного обладнання.

Однією з основних особливостей гірничого виробництва є попереднє осушення родовищ.

Процес осушення включає відведення поверхневих та зниження рівня підземних вод, відкачування і відведення води далеко за межі родовища.

Для зниження рівня підземних вод на ділянках ведення гірничих робіт використовують дренажні пристрої.

Осушення родовищ несе такі наслідки природному середовищу:

- 1) глобальні зміни стану, режиму та динаміки руху поверхневих і підземних вод;
- 2) є ризик забруднення прісної води мінералізованою, що робить її небезпечною для споживання;
- 3) зменшення запасів прісних вод, що використовуються для комунально-побутових потреб населення;
- 4) хімічне забруднення водотоків внаслідок скидання у них дренажних кар'єрних вод [4].

При відкритій розробці корисних копалин, що розташовані безпосередньо близько до поверхневих водойм, має місце механічне забруднення водного басейну і, як наслідок, зміна характеру і зовнішнього вигляду берегової зони.

Для гірничих підприємств є характерним значне перевищення об'єму стічних вод над об'ємом водоспоживання для виконання всіх технологічних процесів. Дренажні води, не можуть бути використані в замкненому циклі без

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						27
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідної попередньої підготовки і очистки. Такі забруднені стічні води можуть потрапляти у поверхневі водойми забруднюючи їх мінеральним пилом, часточками глини та паливно-мастильними матеріалами.

Висновки до розділу 1

1. У 1954 році у Хорошівському районі Житомирської області був заснований Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат. Метою діяльності підприємства є видобуток та збагачення ільменітової руди. ІГЗК є одним з найбільших підприємств Житомирської області.

2. Майже всі комплекси кар'єрів знаходяться неподалік водних об'єктів. Гідрологічна мережа району представлена водотоками басейну річки Тетерів, яка належить до Чорноморсько-Дніпровського басейну.

3. На підприємстві добувні роботи ведуться двома способами: екскаваторно-конвеєрним та екскаваторно-гідравлічним. Для нормальної експлуатації родовища, перед добувними роботами, територію осушують та знімають потенційно родючий шар ґрунту.

4. В процесах діяльності Іршанського гірничо-збагачувального комбінату завдається значна шкода навколишньому середовищу. Порушується режим ґрунтових і поверхневих вод, скорочуються площі під лісові і сільсько-господарські угіддя, забруднюється атмосферне повітря.

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						28
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ВПЛИВ ДІЯЛЬНОСТІ ІГЗК НА СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ПІДХОДИ ЩОДО ОЧИЩЕННЯ СТОКІВ

2.1 Характеристика схеми водопостачання та водовідведення ІГЗК

Основна виробнича діяльність ІГЗК — видобуток та збагачення ільменітовмісних пісків.

До розкривних порід віднесені четвертинні відкладення, що представлені пісками, суглинками, а також відкладеннями верхньої крейди з піщано-кременистих порід.

З метою очистки вод від зважених речовин, кар'єрні води подаються в ставки-відстійники, де відстоюються до нормативного рівня [9].

Розробка родовища здійснюється відкритим способом із подачею пісків гідротранспортом на фабрику первинного збагачення, яка розташована на відстані 2,9-3,2 км на схід від кар'єру. Ділянка знаходиться в басейні р. Рихта, що є лівою притокою р. Тростяниця. Річка Рихта протікає в безпосередній близькості від ділянки робіт і не перетинає родовище. Для підживлення оборотної системи використовуються води кар'єру № 9.

Кар'єр №9 (на його прикладі представлена більш детальна характеристика об'єктів) на Юрській ділянці-2 Межирічного родовища, розташований на відстані 0,5 км на північ від смт. Іршанськ і простягається на південь до межі кар'єру на Юрській ділянці-1.

Виробниче водопостачання кар'єру — за рахунок системи замкнутого оборотного водопостачання з підживленням підземними та атмосферними водами (рис. 2.1).

Вся необхідна для технологічних потреб кар'єру вода споживається із системи оборотного водопостачання і всі кар'єрні стоки направляються в

					ОЗ-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВПЛИВ ДІЯЛЬНОСТІ ІГЗК НА СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ПІДХОДИ ЩОДО ОЧИЩЕННЯ СТОКІВ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К. Ю.						
Перевір.		Тверда О. Я.					29	14
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

ставок-відстійник. Кар'єрні води, що збираються на знижених ділянках виробленого простору кар'єру та у чинних виробках, служать для поповнення зворотної системи.

Фабрика збагачує рудні піски до чорного концентрату, який спеціальним автотранспортом перевозиться на доводочну фабрику №1, що знаходиться на проммайданчику в смт. Іршанськ. Вода для гідророзмиву рудних пісків і транспортування їх з ставка-відстійника на збагачувальну фабрику подається насосною станцією оборотного водопостачання. Від фабрики вода транспортує хвости, що під власною вагою осідають у ложі хвостосховища, а вода після відстоювання знову подається в технологічний процес. Таким чином, робота гірничо-збагачувального комплексу здійснюється по замкнутому циклу.

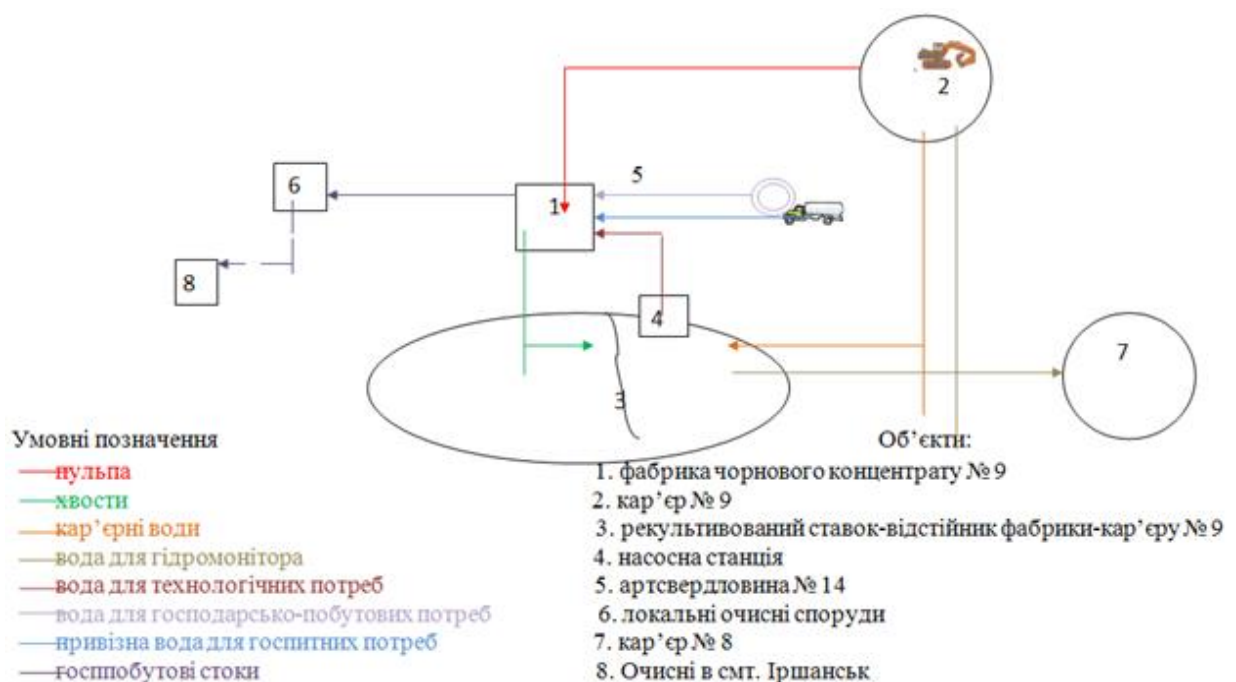


Рисунок 2.1 – Схема водопостачання та водовідведення фабрики кар'єру №9

Складування хвостів збагачувальної фабрики здійснюється в хвостосховище ємністю 4 млн. м³, висота дамби – 14 м. В міру заповнення, складування хвостів буде здійснюватися у вироблений простір кар'єру

Юрської ділянки-2 Межирічного родовища. Хвостосховище розташоване на північний захід від ділянки робіт збагачувальної фабрики, на відстані 2,2 км.

Виробниче водопостачання фабрики здійснюється по оборотній системі з повним використанням освітленої води із ставка-відстійника, розташованого поруч із кар'єром. У ставок-відстійник надходять виробничі стоки від збагачувальної фабрики, підземні води, що збираються кар'єрним водовідливом. Виробниче водопостачання кар'єру нерозривно пов'язане зі схемою водопостачання збагачувальної фабрики і є складовою частиною всієї системи замкнутого оборотного водопостачання комплексу [10].

Освітлена вода за допомогою насосної станції оборотного водопостачання по трубопроводах направляється на кар'єр до забійних установок, а потім на збагачувальну фабрику. Після збагачення рудних пісків гравітаційними методами вода, разом із хвостами збагачення, потрапляє в хвостосховище.

Аварійні стоки фабрики і переливи збираються в резервуар аварійних стоків ємністю 10 тис. м³, після чого перекачуються в хвостосховище і не матимуть негативного впливу на ґрунтові та поверхневі води ділянки робіт.

Господарсько-побутове водопостачання промислового майданчику збагачувальної фабрики здійснюється від тимчасового водозабору — артезіанської свердловини №14, що розташована в 50 м на північний схід від будівлі збагачувальної фабрики. Вода з артезіанської свердловини не відповідає вимогам ГОСТ 2874-82 “Вода питна” по залізу — при нормі 0,3 мг/л, вміст Fe³⁺ дорівнює 3 мг/л.

Джерела водопостачання:

- поверхневі води (водосховище в руслі р. Ірша, зворотна система кар'єру №9 на підживлення фабрики кар'єру №8);
- підземні води (забір води здійснюється за допомогою артезіанських свердловин);
- води з ставків-відстійників хвостосховищ, що задіяні в оборотній системі.

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						31
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

У дозволі на спец водокористування задекларовано наступний скид зворотних вод при роботі ІГЗК:

- випуск №1 — скид води з хвостосховища №4 в р. Лемня — розташований 500 м на південь від с. Лісовщина Коростенського району (аварійний випуск) (табл. 2.1);

- випуск №2 — скид води з хвостосховища №1 в р. Ірша — розташований в 40 м від моста через р. Ірша в с. Старики Коростенського району (аварійний випуск) (табл. 2.2).

Аналіз табл. 2.1 засвідчує стійку тенденцію перевищення підприємством дозованих обсягів скиду та вмісту забруднюючих речовин у воді, що скидається з хвостосховища №4 у річку Лемня. Так, при затвердженій допустимій концентрації завислих речовин – 5,25 мг/л фактична концентрація в зворотних водах складає 19,6 мг/л. Фактичний скид завислих речовин 5488,0 г/год майже в тричі перевищує допустимий при ГДС – 1470 г/год. Подібна тенденція прослідковується також для азоту амонійного азоту та ХСК. Ще більша невідповідність між фактичним скидом і дозованими обсягами прослідковується для сульфатів – в 10 разів, загального заліза та алюмінію – 30 разів, марганцю – 70 разів.

Таблиця 2.1 – Затверджений граничнодопустимий скид і склад стічних вод випуску №1

Показники скиду зворотних вод	Фактична концентрація, мг/л	Фактичні скиди, г/год	Затверджені допустимі концентрації, мг/л	Затверджені ГДС, г/год	Скиди перераховані, т/рік
Завислі речовини	19,6	5488,0	5,25	1470	3,675
Мінералізація	1296,0	362880,0	1000	280000	700,0
Хлориди	35,5	9940,0	200	56000	140,0
Сульфати	1056,0	295680,0	100	28000	70,0
БСК 5	7,2	2016,0	3,2	896	2,24
Азот амонійний	2,04	571,2	0,61	170,8	0,427
Нітроти	0,01	2,8	0,08	22,4	0,056
Нітрати	1,98	554,4	20	5600	14,0
ХСК	71,8	20104,0	34	9520	23,8

Продовження таблиці 2.1

Показники скиду зворотних вод	Фактична концентрація, мг/л	Фактичні скиди, г/год	Затверджені допустимі концентрації, мг/л	Затверджені ГДС, г/год	Скиди перераховані, т/рік
Фосфати (по PO_3)	0,16	44,8	0,32	89,6	0,224
Нафтопродукти	—	—	0,05	14	0,035
Залізо заг.	24,4	6832,0	0,71	198,8	0,497
Алюміній	5,2	1456,0	0,17	47,6	0,119
Марганець	7,0	1960,0	0,1	28	0,07

Аналіз результатів лабораторних досліджень якості води, що скидається в річку Ірша з хвостосховища №1 (випуск №2) також вказує на перевищення встановлених нормативів. Так, фактичний показник концентрації завислих речовин в стічній воді 8,8 мг/л майже в 1,5 рази вищий допустимої концентрації 5,25 мг/л. Необхідно зазначити, порівняно до випуску №2, у воді з даного хвостовища спостерігається дещо менше перевищення ГДС та ГДК, але переважна більшість нормативних показників перевищується.

Таблиця 2.2 – Затверджений ГДС і склад стічних вод випуску №2

Показники скиду зворотних вод	Фактична концентрація, мг/л	Фактичні скиди, г/год.	Затверджені ГДК, мг/л	Затверджені ГДС, г/год	Скиди перераховані, т/рік
Завислі речовини	18,4	8,096	5,25	2,31	0,020
Мінералізація	1985,0	873,4	1000	440,0	3,87
Хлориди	78,0	34,32	200	88,0	0,774
Сульфати	1618,0	711,92	100	44,0	0,387
БСК 5	9,76	4,294	3,2	1,41	0,012
Азот амонійний	4,13	1,817	0,61	0,268	0,002
Нітрити	0,138	0,061	0,08	0,035	0,0003
Нітрати	1,62	0,713	20	8,8	0,077
ХСК	88,8	39,072	34	14,96	0,132
Фосфати (по PO_3^{4-})	2,02	0,889	0,32	0,141	0,001
Нафтопродукти	—	—	0,05	0,022	0,0002
Залізо заг.	20,3	8,932	0,71	0,312	0,003
Алюміній	3,3	1,452	0,17	0,075	0,001
Марганець	7,3	3,212	0,1	0,044	0,0004

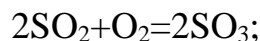
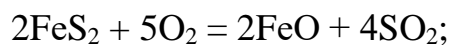
Результати аналізу табл. 2.1 та табл. 2.2 показують, що майже всі показники перевищують ГДК, а особливо це стосується таких речовин як: марганець, залізо та алюміній, що пояснюється наявністю в ґрунтах їх сполук, які потрапляють у воду. Найбільші перевищення спостерігаються на випуску №2.

ІГЗК знаходиться на водозбірній площі р. Ірша, лівого притоку р. Тетерів, і, відповідно, під його вплив попадають всі водотоки згаданої території. Це, в першу чергу, р. Ірша, а також р. Лемня, р. Барашалка, р. Рихта.

При інфільтрації води через тіло дамб хвостосховищ, ставків-відстійників в поверхневій воді потрапляють окислені води [11].

Окислення оборотної води пояснюється надходженням в хвостосховище сульфат-іонів, що утворюються внаслідок окислення мінералу марказиту, що присутній у ільменітовмісних пісках.

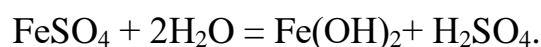
Процес окислення води можна представити наступним чином:



Протіканню згаданих реакцій в надводній частині хвостосховища сприяють наступні умови:

- підвищена повітро-водопроникність хвостової пульпи внаслідок відсутності в неї компонента, що зв'язує, заповнює пори;
- значна площа з вмістом марказиту (FeS_2) — біля 2 %;

Після випадіння і інфільтрації опадів утворюються та вимиваються в водойму гідроокисли заліза і сірчана кислота [12]:



Частково кислота витрачається на розпад сидериту, що присутній в хвостах:



Аналіз якісних характеристик вод річок показує підвищений вміст майже всіх контролюючих забруднюючих речовин у створах, що розташовані вище впливу комбінату (фонові характеристики) (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Результати аналізу води у створах р. Ірша та р. Лемня

Місце відбору проб	Відстань відносно створу вище скидів фабрики №3, км	Залізо (0,01)*	Марганець (0,01)*	Алюміній (0,04)*	рН (6,5-8,5)	Лужність	Сухий залишок (1000)*	ХСК (30)*	БПК5(3)*	Нітроген амонійний (0,39)*	Завислі речовини
		мг/л	мг/л	мг/л			мг/л			мг О ₂ /л	мг О ₂ /л
р. Лемня											
Вище скидів фабрики №3	0	0,79	0,6	0,3	6,5	1,8	364	4,6	3,9	0,61	4
Нижче скидів фабрики №3	1	1,29	1.5	1.2	4,76	0,4	606	164,8	28	0,67	0
Гирло	13,5	1,2	1.3	1	5,69	0,6	522	60,9	7,9	0,86	3,4
р. Ірша											
Нижче впадання р. Лемня	4	0,99	0,85	0,7	5,9	1,2	510	41,2	5,4	0,61	13,8
Вище скиду фабрики №1	6,7	0,65	0,76	0,5	6,75	0,8	324	31,59	4	0,84	6,6
* ГДК рибогосподарської водойми											

Як наслідок недотримання діючих нормативів слід очікувати низку екологічних наслідків, зокрема:

- 1) інфільтрацію води у кар'єр, що може привести до порушення водності річок, санітарних та водоохоронних витрат, рівнів та уклонів водостоку, затоплення (підтоплення) прилеглих територій;
- 2) утворення депресійних воронок, порушення режиму підземних вод;
- 3) можливе погіршення якості води внаслідок аварійних ситуацій при скиді води з хвостосховищ у відкриті водойми [13].

По хімічному складу води хвостосховищ є гідрокарбонатними з загальною мінералізацією — 0,5 г/л та кислотністю $pH \approx 3,5$. Висока кислотність вод зумовлена окисненням сульфідів заліза, кількість якого в титанових рудах досягає 1 %.

2.2 Технічні характеристики циклів зворотних вод

Вода, що використовується в технологічному процесі, подається на фабрики із ставків-відстійників за допомогою насосних станцій по трубопроводах. На фабриках, в гідроциклонних сепараторах, відбувається відділення ільменіту від піщаної породи. Відпрацьована вода за системою каналів поступає в початковий ставок-відстійник [14]. «Хвости» – порода, відокремлена від ільменіту, поступає на пляжі за допомогою транспортера або гідротранспортера.

Початкова порода і «хвости» містять велику кількість сульфідів, які у вологому середовищі, в процесі збагачення ільменіту і зберігання на пляжах окислюються до сульфатів. Гідроліз сульфатів призводить до утворення сірчаної кислоти і закислення води.

Для зниження кислотності технологічної води, на насосних станціях обладнані станції нейтралізації, де готується розчин кальцинованої соди (сода кальцинована технічна ГОСТ 5100-85 марка Б «вищий сорт») і подається на всос насосів. Такий метод нейтралізації дозволяє понизити кислотність використовуваної води до $pH 4,0-4,5$.

Вимоги до якості технологічної води відповідно до нормативних

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						36
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

документів Іршанського ГЗК представлені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Нормативні вимоги до технологічної води Іршанського ГЗК

Найменування показників	Допустимі норми
Амоній іон, мг/дм ³	0,93
Нітрит іон, мг/дм ³	0,08
Нітрат іон, мг/дм ³	20
Сульфати, мг/дм ³	138,13
Залізо загальне, мг/дм ³	0,73
Хлориди, мг/дм ³	200
Фосфати, мг/дм ³	0,18
Зважені речовини, мг/дм ³	19,7
Алюміній, мг/дм ³	0,36
Марганець, мг/дм ³	0,53
Розчинений O ₂ , мг/дм ³	не менше 4
Мінералізація, мг/дм ³	1000
БСК - 5, мгО/дм ³	4,22
ХСК, мгО/дм ³	33,76
Величина рН, од. рН	6,5-8,0
Прозорість, см	20

Більшість устаткування фабрик ГЗК виконана з вуглецевих сталей. Використання води з низькими значеннями рН призводить до високих швидкостей кислотної корозії і швидкого зносу устаткування.

2.3 Аналіз сучасних підходів щодо очищення стічних вод гірничо-збагачувальних комбінатів

Питання ефективного і дешевого методу очищення промислових стоків від важких металів та інших забруднюючих речовин з подальшою їх утилізацією є дуже актуальним. Це питання можна вирішити за допомогою різних хімічних методів, наприклад, процесів осадження, екстракції, дистиляції та іонного обміну. Методи, що застосовуються в промисловості

визначаються об'ємом стоків, дисперсністю і складом домішок. Виходячи з наявної кількості домішок і особливостей їх складу, виникає необхідність комбінування методів очистки, які поділяють на: механічні, фізико-хімічні, хімічні, біологічні і термічні.

Механічні методи: проціджування, відстоювання, освітлення та фільтрація. Їх застосовують для очиски від грубодисперсних частинок розміром 5-10 мкм. Для цього використовують решітки, відстійники, гідроциклони та фільтри [15].

Фізико-хімічні методи служать для очищення вод від мілкодисперсних, колоїдних і розчинених речовин. Сюди входять такі методи очистки: флотація, коагуляція, флокуляція, екстракція, дистиляція, ректифікація, адсорбція та зворотній осмос. Для вилучення зі стоків металів використовується іонообмінне очищення, що дозволяє не тільки ефективно очищати воду від забруднень токсичними речовинами, але і вловлювати для повторного використання у промисловому циклі ряд хімічних сполук. Метод іонного обміну заснований на виділенні зі стічних вод катіонів і аніонів процесами сорбції.

Хімічні методи очищення стоків засновані на протіканні хімічних реакцій, внаслідок яких утворюються нові речовини, які легше видалити доступними методами. Для хімічних методів очищення стічних вод характерними є велика витрата реагентів і громіздкість обладнання. Крім того, є проблема зберігання і повторного використання осадів, які утворюються в ході реакцій.

Серед хімічних методів важливими є хлорування і озонування стічних вод. Їх використовують для доочищення води і знешкодження органічних домішок та неорганічних речовин. Реагентні методи засновані на осадженні іонів важких металів реагентами у вигляді малорозчинних у воді сполук і подальшому відділенні їх від води за допомогою відстійників і фільтрів. Осадження важких металів здійснюється за допомогою введення лугів, карбонатів і сульфідів. Обробка стоків лужними реагентами є найбільш

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						38
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

традиційним способом виділення важких металів [16].

Також з метою очищення промислових стічних вод використовують електрохімічні методи такі як електрофлотація, електрокоагуляція, електродіаліз. Такі методи дають змогу очищати стічні води безперервно і періодично з використанням автоматизованих технологічних схем та отримувати зі стоків речовини, що можна повторно використати у виробництві.

Біологічними методами очищення можливо очищати як промислові, так і господарсько-побутові стічні води з використанням різних мікроорганізмів. Механізм впливу важких металів на процеси біохімічної очистки стоків ще недостатньо вивчений. Згідно до теорії, що пояснює гальмуючу дію металів на мікроорганізми, катіони реагують з активними компонентами клітин, наприклад, дихальними ферментами, утворюючи стійкі неактивні комплексні сполуки. Швидкість утворення таких комплексних сполук залежить, від трьох основних незалежних параметрів: концентрації іонів металу, концентрації зважених речовин в муловій суміші і кількості біомаси [17].

Висока адсорбційна здатність біомаси активного мулу в поєднанні з вибірковістю компонентів, що сорбуються використовується для очистки стічних вод. Вилучення розчинених металів методом адсорбції активним мулом залежить від форми знаходження металу у воді. Наприклад, мідь в іонній формі краще сорбується активним мулом, ніж мідь зв'язана в комплекс з ціан-іоном. Іони важких металів в процесі обробки активним мулом можуть вилучатися з розчину шляхом адсорбції клітинними полімерами та на стінках клітин бактерій або накопичення в цитоплазмі клітин.

Води гірничо-збагачувальних комбінатів несуть в собі різного роду забруднюючі речовини, і їх перед скиданням у водойми необхідно очищати та переробляти в якості вторинної сировини. Найбільш поширеними забруднювачами таких вод є сполуки хлору та сірчана кислота, якою часто супроводжуються розчинні солі, в основному сульфати важких металів -

заліза, міді, цинку, марганцю та нікелю. Такі води без попередньої очистки та нейтралізації не можуть бути використані у промислових цілях [18].

Родовищні води є найбільш доступним об'єктом такої очистки, при якій є можливість отримання додаткових речовин які можна використати повторно у промисловому циклі. При цьому складним видам очищення підлягають тільки ті стічні води, в яких значно перевищується ГДК забруднюючих речовин. В більшості випадків для очищення родовищних вод достатньо їх витримати у відстійниках, де осаджуються колоїдні компоненти, механічні домішки, а іонорозчинні речовини, що є найбільш небезпечними для навколишнього середовища, зливаються разом з освітленими водами. Кислі води зазвичай нейтралізують вапном, а лужні води - підкисляють. У більшості випадків рудничними водами поповнюють оборотні системи водопостачання збагачувальних фабрик [19].

Для очищення вод гірничої промисловості в якості коагулянтів рекомендовано використовувати вапно, соду, сірчаноокислий алюміній, залізний купорос, завдяки яким можна досягнути ефективності очищення стічних вод від основних забруднюючих домішок на 90-99 %.

Для очищення води у канадських родовищах застосовується крупномасштабна очистка і хімічне оброблення металовмісних і кислих вод. Деякі підприємства працюють за безсточними схемами. Таким чином організована система оборотного водопостачання нікелевих родовищ і ряду фабрик компанії «Xstrata». Для повторного використання очищеної води розроблена система зберігання хвостів в затоках озера Мус і нейтралізація стічних вод вапнуванням.

На вугільних шахтах Великобританії кислі залізовмісні шахтні води, як правило, обробляються кальцієм або вуглекислим магнієм, рідше - вапном. Нейтральні або лужні води, що містять залізо, аерують перед скиданням у спеціальні водойми для осадження. На шахтах в графстві Дербішир для очищення таких вод і їх відстоювання використовують метод каскадної аерації, від зважених частинок їх найчастіше очищають за допомогою

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						40
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

механічних методів.

У Японії запатентований власний метод очищення родовищних вод від іонів важких металів і сульфат-іону. При застосуванні цього методу родовищні води обробляються сульфідом барію в спеціальному перемішувачі. Барій зв'язує сульфат-іон, а інші іони металів осідають у вигляді сульфідів [20]. Надлишкові іони барію вилучаються з води методом пінної флотації з жирною кислотою в присутності вспінювача. На виході очищена вода становить 90 % від початкової кількості розчину.

У США кислі води найчастіше обробляють вапняком, негашеним і гашеним вапном і каустичною содою. Нейтралізація води вапняком є в 2,6 разів дешевшою за обробку води негашеним вапном і в 3,8 разів дешевшою за нейтралізацію гашеним вапном. Іноді для очищення стічної води будуються опріснювальні установки, економічна вигідність яких зумовлюється тим, що очищені води використовують ТЕЦ.

Серед інших методів очистки стічних вод використовується іонообмінне очищення, затримка процесу утворення кислот шляхом біологічного впливу, видалення заліза зі стічних вод методом озонування. З метою очищення води від сірководню на деяких шахтах, разом з аерацією, використовують хімічні і біологічні методи. Мінералізовану воду очищають за допомогою методу зворотнього осмосу, часто в комбінації з нейтралізацією, ефективність очищення в такому випадку досягає 99 %. У США також використовуються методи опріснення стічних вод гірничих підприємств методом виморожування і електролізу.

Актуальним також є метод очищення вод «живим» фільтром – з рослин, що здатні поглинати неорганічні забруднюючі речовини, а також токсичні сполуки такі як фенол. Цей метод не є універсальним та здатним вирішити проблему стічних вод, тому що для його використання необхідні великі площі. Також, під впливом забруднюючих речовин рослини гинуть, а в помірних і північних широтах такі рослини здатні функціонувати нетривалий проміжок часу. Такі рослини-очищувачі доцільно використовувати для видалення

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						41
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

залишків забруднюючих речовин, на останній стадії очищення вод гірничо-збагачувальних підприємств перед скидом у водойми [21].

Висновки до розділу 2

1. Для виробничого водопостачання кар'єру використовується система замкнутого оборотного водопостачання з підживленням підземними та атмосферними водами. Всі технологічні стоки направляються в ставок-відстійник. Виробниче водопостачання фабрики – по оборотній системі з повним використанням освітленої води із ставка-відстійника.

2. Для зниження кислотності технологічної води, на насосних станціях обладнані станції нейтралізації. В яких за допомогою кальцинованої соди відбуваються реакції нейтралізації і знижується кислотність до рН 4,0-4,5.

3. Проаналізувавши сучасні підходи щодо очищення стічних вод ГЗК отримано висновок, що з усіх представлених методів нейтралізація стічних вод вапнуванням є найбільш дешевою альтернативою. Осад, який утворюється в цьому процесі можливо використовувати в якості вторинної сировини у промислово-будівельному комплексі району.

3 МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ІРШАНСЬКОМУ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОМУ КОМБІНАТІ

3.1 Характеристика стічної води, очищеної наявним на підприємстві методом

Для нейтралізації оборотної води Іршанського ГЗК використовують в якості реагенту соду кальциновану технічну (ГОСТ 5100-85 марка б «вищий сорт»). Фактичні фізико-хімічні характеристики технологічної води і об'єм води, що поступив на нейтралізацію, представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики зворотної води до і після нейтралізації, надані Іршанським ГЗК

Найменування показників	Значення показників		ГДК
	до нейтралізації	після нейтралізації	
Об'єкт №1			
Амоній іон, мг/дм ³	2,7	1,8	0,93
Нітрит іон, мг/дм ³	0,013	0,034	0,08
Нітрат іон, мг/дм ³	1,05	2,75	20
Сульфати, мг/дм ³	460	325	138,13
Залізо загальне, мг/дм ³	12,4	8,82	0,73
Хлориди, мг/дм ³	42	41,2	200
Фосфати, мг/дм ³	0,24	0,19	0,18
Завислі частинки, мг/дм ³	39	22,4	19,7
Алюміній, мг/дм ³	1,62	0,44	0,36
Марганець, мг/дм ³	0,68	0,38	0,53
Розчинений O ₂ , мг/дм ³	-	-	не менше 4
Мінералізація, мг/дм ³	1220	1080	1000
БСК - 5, мгО/дм ³	8,04	6,6	4,22
ХСК, мгО/дм ³	62	52,4	33,76
Величина рН, од. рН	3,3	4-4,5	6,5-8
Прозорість, см	4	4	20
Загальна кислотність, мг-екв/дм ³	0,05	-	

					03-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ІРШАНСЬКОМУ ГІРНИЧО- ЗБАГАЧУВАЛЬНОМУ КОМБІНАТІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Горбачова К. Ю.						43	12
Перевір.	Тверда О. Я.					КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, 03-51		
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.	Ткачук К. К.							

Продовження таблиці 3.1

Найменування показників	Значення показників		ГДК
	до нейтралізації	після нейтралізації	
Об'єкт №2			
Амоній іон, мг/дм ³	2,9	1,15	0,93
Нітрит іон, мг/дм ³	0,06	0,009	0,08
Нітрат іон, мг/дм ³	0,77	1,52	20
Сульфати, мг/дм ³	550	370	138,13
Залізо загальне, мг/дм ³	175	76	0,73
Хлориди, мг/дм ³	42,5	76,5	200
Фосфати, мг/дм ³	0,29	0,09	0,18
Завислі частинки, мг/дм ³	34	14,4	19,7
Алюміній, мг/дм ³	1,7	1,04	0,36
Марганець, мг/дм ³	2,8	1,08	0,53
Розчинений O ₂ , мг/дм ³	-	5,6	не менше 4
Мінералізація, мг/дм ³	948	780	1000
БСК - 5, мгО/дм ³	11,8	10,4	4,22
ХСК, мгО/дм ³	94,2	72,2	33,76
Величина рН, од. рН	3,5	5,15	6,5-8
Прозорість, см	4	-	20
Загальна кислотність, мг-екв/дм ³	0,56	-	

На об'єкті №1 після нейтралізації фактичні показники амонію перевищують допустиму концентрацію майже вдвічі, залізо загальне – у 8 разів, сульфати досягли показника 8,82 мг/дм³, тоді як допустима норма складає – 138,13 мг/дм³. Перевищення по алюмінію не значне.

На об'єкті №2 спостерігається незначне перевищення концентрації амоній іону, хлоридів, фосфатів, марганцю. А фактична концентрація заліза загального становить 76 мг/дм³, тоді як допустима норма – 0,73 мг/дм³.

Витрата 1 %-го розчину технічної кальцинованої соди на нейтралізацію 100 см³ проби стічної води наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2– Витрата соди на нейтралізацію технологічної води за даними лабораторії Іршанського ГЗК

Кількість 1%-го розчину соди на 100 см ³ проби води, см ³	Витрата соди		Зміна рН
	г/м ³	кг/м ³	
1	2	3	4
Об'єкт №1			
0,2	20	0,02	від 3,0 до 3,08
1	100	0,1	3,28
1,6	160	0,16	3,6
1,8	180	0,18	4,08
2	200	0,2	4,5
2,2	220	0,22	4,75
2,4	240	0,24	5,05
2,6	260	0,26	5,6
2,8	280	0,28	6,1
3	300	0,3	6,38
3,2	320	0,32	6,65
3,4	340	0,34	6,82
3,6	360	0,36	7
Об'єкт №2			
0,1	10	0,01	від 2,9 до 2,95
0,2	20	0,02	3
0,4	40	0,04	3,1
0,6	60	0,06	3,25
1	100	0,1	3,45
1,2	120	0,12	3,75
2,2	220	0,22	6,35
2,4	240	0,24	6,47
2,6	260	0,26	6,68
2,8	280	0,28	6,9
3	300	0,3	7

Аналіз табл. 3.2 показує, що для нейтралізації кислих стічних вод Іршанським гірничо-збагачувальним комбінатом витрачається значна кількість кальцинованої соди. Для повної нейтралізації 100 см³ проби стічної води на об'єкті №1 необхідно 3,6 см³ нейтралізуючого розчину, а на об'єкті №2 – 3 см³.

Залежність зміни значення рН від збільшення дозування кальцинованої

соди до і після аерації на об'єкті №1 та №2 наведені на рис. 3.1, 3.2.

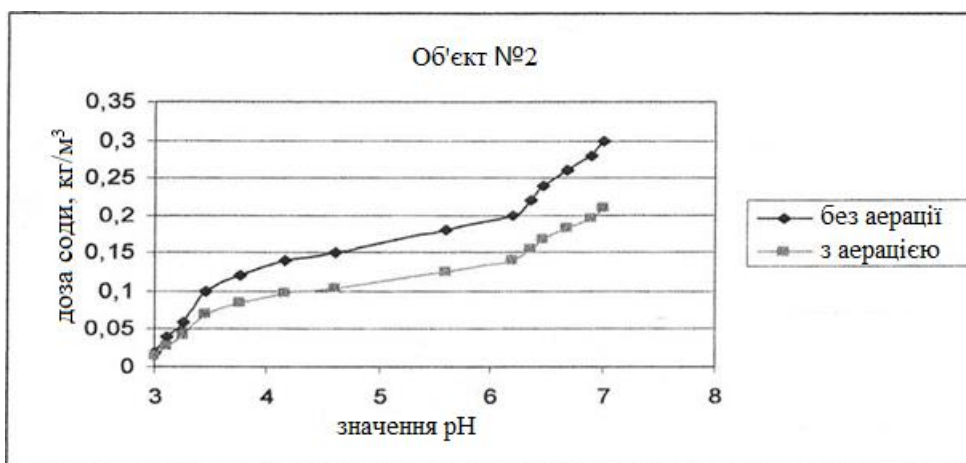


Рисунок 3.1 – Залежність зміни значення рН від збільшення дозування кальцінованої соди до і після аерації на об'єкті №1

За даними лабораторії Іршанського ГЗК, для об'єкту №1 оптимальне значення рН досягається при дозуванні технічної кальцінованої соди 0,32 кг/м³ без аерації. Дозування з аерацією складе 0,224 кг/м³

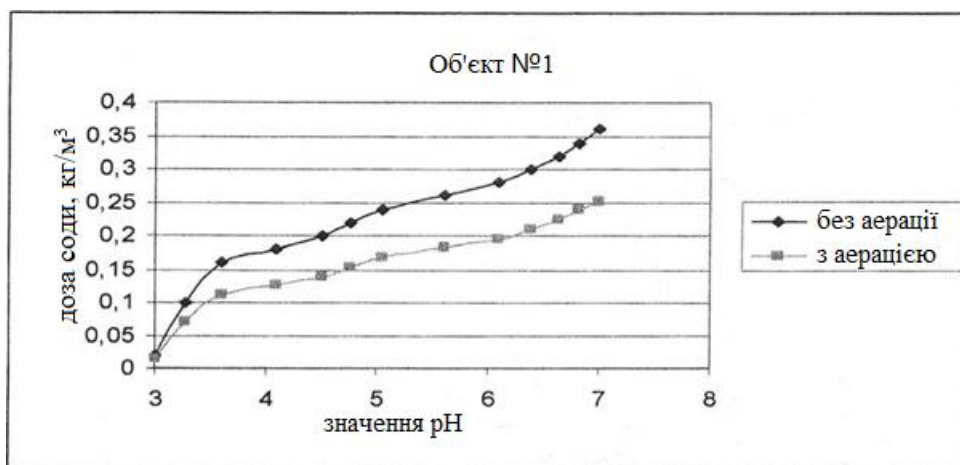


Рисунок 3.2 – Залежність зміни значення рН від збільшення дозування кальцінованої соди до і після аерації на об'єкті №2

Для об'єкту № 2 оптимальне значення рН досягається при дозуванні технічної кальцінованої соди 0,26 кг/м³ без аерації. Дозування з аерацією - 0,168 кг/м³.

3.2 Очищення стічних вод методом вапнування

Стоки гірничо-збагачувальних комбінатів містять мінеральні кислоти. Найчастіше в таких стоках присутня сірчана кислота, що у флотаційному процесі виступає регулятором середовища [22].

Основним реагентом, який використовують для нейтралізації кислих промислових стоків є гашене вапно. Кислі стічні води нейтралізують лугами та відходами їх виробництва, вапняком, мармуром, крейдою і магнезитом.

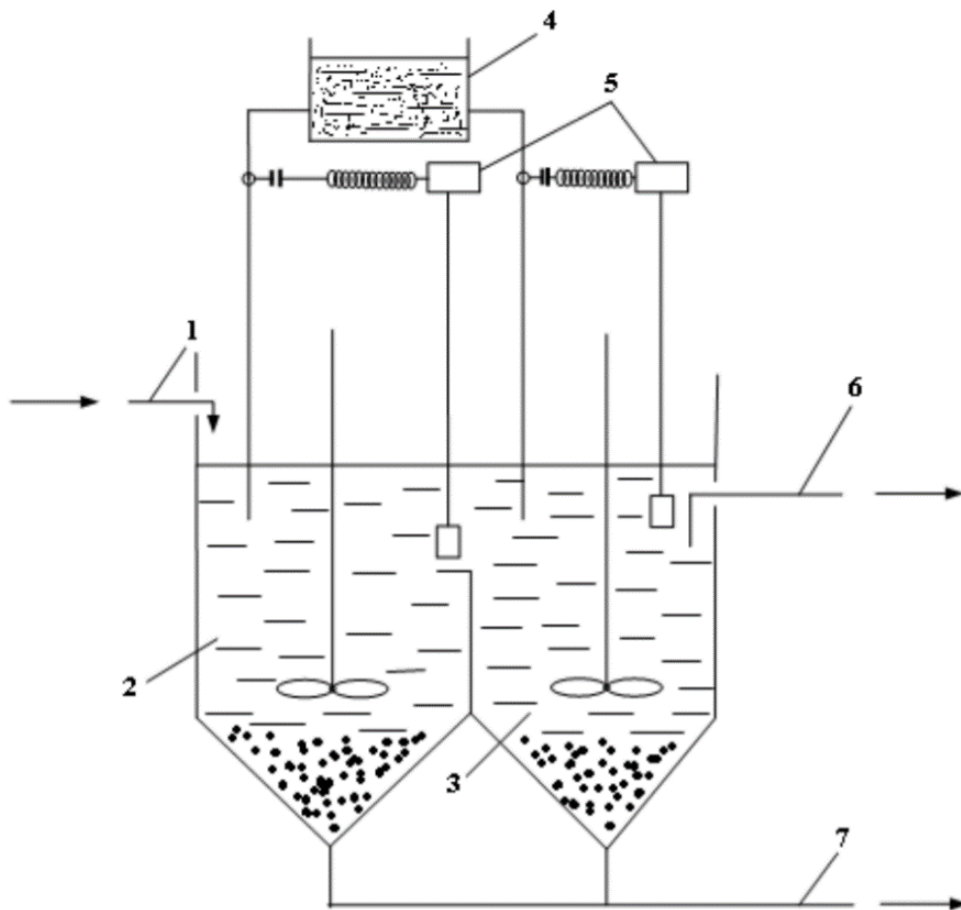
В процесі нейтралізації кислих промислових стічних вод також застосовується метод фільтрування крізь шар нейтралізуючого матеріалу. Перевагами цього методу є простота в обслуговуванні та відсутність додаткових засобів дозування реагентів. Такі фільтри можуть бути горизонтальними та вертикальними.

У кислих стоках містяться катіони металів, тому вапно витрачається як на зв'язування присутніх у стічних водах катіонів, так і на нейтралізацію кислоти.

Для очищення стічних вод Іршанського гірничо-збагачувального комбінату в якості реагенту було обрано відходи добування вапняку та виробництва вапнякових добрив Білокоровицького родовища. Це родовище розташоване в Олевському районі Житомирської області. Таке рішення дає змогу вирішити проблему складування відходів Білокоровицького родовища та очистки стічних вод Іршанського ГЗК.

Нейтралізацію з додаванням реагенту проводять тоді, коли змішування кислих стоків і використання лужності водойми не дають необхідних результатів, тобто стічні води залишаються кислими. Схема нейтралізації стічних вод двоступеневим введенням реагентів наведена на рис. 3.3. В цій схемі в перше відділення нейтралізаційної камери поміщають основну дозу реагенту, в другому – здійснюють коригування рівня рН. Для видалення осаду, який утворюється в процесі нейтралізації, передбачені відстійники, час перебування в яких стічних вод складає 2 год [23].

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						47
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



- 1 – подача стічної води; 2, 3 – відділення нейтралізаційної камери;
 4 – бак з розчином вапна; 5 – рН-метр; 6 – подача води у відстійники;
 7 – видалення осаду

Рисунок 3.3 – Камера нейтралізації з двоступеневим введенням реагентів

Кількість сухого осаду M , $\text{кг}/\text{м}^3$, який утвориться в процесі нейтралізації 1 м^3 стічних вод, які містять кислоту та солі важких металів, визначається за формулою:

$$M = \frac{100-A}{A} \cdot (A_1 - A_2) + A_1 + (E_1 + E_2 - 2), \quad (1)$$

де A – вміст активного CaO у вапні, яке використовується, %;

A_1 – кількість активного CaO , необхідного для осадження важких металів, $\text{кг}/\text{м}^3$;

A_2 – кількість активного CaO, необхідного для нейтралізації кислоти, кг/м³;

A_3 – кількість гідроксидів металів, що утворюються в процесі нейтралізації, кг/м³;

E_1 – кількість сульфату кальцію, який утворюється в процесі осадження металів, кг/м³;

E_2 – кількість сульфату кальцію, який утворюється в процесі нейтралізації кислоти, кг/м³.

В цій формулі третій член не враховується, якщо його значення від'ємне.

Об'єм осаду, який утворюється при нейтралізації 1 м³ стічної води W , %, визначається за формулою [24]:

$$W = \frac{10M}{100-P}, \quad (2)$$

де P – вологість осаду, %.

Кількість вапна, необхідна для оброблення стічних вод, визначається за умови повної нейтралізації кислот, які містяться в стічних водах, і приймається на 10 % більше розрахункової, наведеної в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Витрати реагентів для нейтралізації кислот

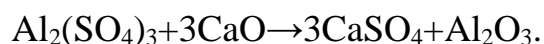
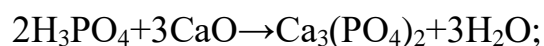
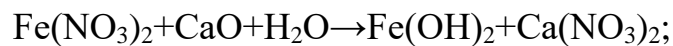
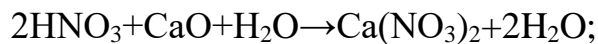
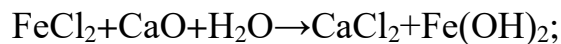
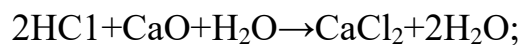
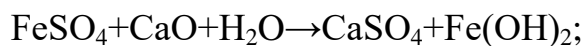
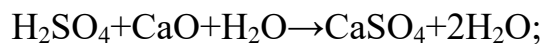
Луги	Кислота			
	сірчана	соляна	Азотна	Оцтова
Негашене вапно	0,56	0,77	0,46	0,47
	1,79	1,3	2,2	2,15
Гашене вапно	0,76	1,01	0,59	0,62
	1,32	0,99	1,7	1,62

В табл. 3.3 над рискою наведена доза реагентів, г на 1 г кислоти, під рискою наведена кількість кислоти, г на 1 г лугів [25]. Кількість реагентів, які необхідні для осадження металів із стічних вод, наведена в табл. 3.4.

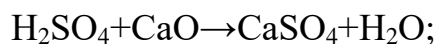
Таблиця 3.4 – Витрати реагентів, необхідних для осадження металів

Метал	Витрати реагентів г/г	
	CaO	Ca(OH) ₂
Цинк	0,85	1,13
Нікель	0,95	1,29
Мідь	0,88	1,16
Залізо	1	1,32
Свинець	0,27	0,36

Вибір реагенту для нейтралізації кислих стічних вод та осадження металів залежить від розчинності солей, які утворюються в результаті перебігу хімічної реакції. Для нейтралізації мінеральних кислот застосовують лужний реагент, наприклад вапно у вигляді вапняного молока [26]. Розглянемо ряд хімічних реакцій, що ілюструють вплив оксиду кальцію на складові стоків:



Можна підрахувати, що за витрата CaO на 1г речовини буде:



$$\text{Mr}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ а. о. м.}$$

$$\text{Mr}(\text{CaO}) = 56 \text{ а. о. м.}$$

$$\text{Mr}(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ а. о. м.}$$

$$\text{Mr}(\text{CaSO}_4) = 136 \text{ а. о. м.}$$

$$X+98\rightarrow 136+18;$$

$$X=154-98;$$

$$X=56;$$

$$\frac{98}{56} = \frac{1}{X};$$

$$X=0,57 \text{ (г)}.$$

Тобто, для нейтралізації 1г H₂SO₄ необхідно 0,57 г CaO.

Результати аналогічних підрахунків витрати CaO на 1 г речовин, які входять до складу стоків наведені у табл. 3.5.

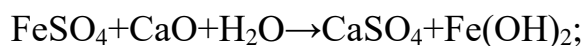
Таблиця 3.5 – Витрати CaO за ідеальних умов

Речовина	Витрата CaO, г/г
H ₂ SO ₄	0,57
FeSO ₄	0,37
HCl	0,77
FeCl ₂	0,44
HNO ₃	0,45
Fe(NO ₃) ₂	0,31
H ₃ PO ₄	0,86
Al ₂ (SO ₄) ₃	0.49

На практиці витрачається на 10-20 % більше CaO, порівняно з розрахунковими значеннями, що зумовлюється прагненням одержання кращої структури осаду, який виділяється.

Кількість сухого осаду, який утвориться в процесі нейтралізації 1 м³ стічних вод, які містять кислоту та солі важких металів, визначається за формулою 1 [26]:

1. Запишемо рівняння реакцій нейтралізації:



$$Mr(FeSO_4) = 152 \text{ а. о. м.}$$

$$Mr(CaO) = 56 \text{ а. о. м.}$$

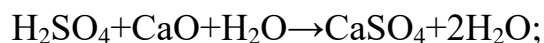
$$Mr(CaSO_4) = 136 \text{ а. о. м.}$$

$$Mr(Fe(OH)_2) = 90 \text{ а. о. м.}$$

$$A_1 = 12,4 \cdot 56 / 152 = 4,6 \text{ мг/дм}^3;$$

$$A_2 = 12,4 \cdot 136 / 152 = 11,1 \text{ мг/дм}^3;$$

$$A_3 = 12,7 \cdot 90 / 152 = 7,3 \text{ мг/дм}^3.$$



$$Mr(H_2SO_4) = 98 \text{ а. о. м.}$$

$$Mr(CaO) = 56 \text{ а. о. м.}$$

$$Mr(CaSO_4) = 136 \text{ а. о. м.}$$

$$E_1 = 15 \cdot 56 / 98 = 8,6 \text{ мг/дм}^3;$$

$$E_2 = 15 \cdot 136 / 98 = 20,8 \text{ мг/дм}^3.$$

$$M = \frac{100 - A}{A} \cdot (A_1 - A_2) + A_3 + (E_1 + E_2 - 2) =$$

$$= \frac{100 - 50}{50} \cdot (4,6 - 11,1) + 7,3 + (8,6 + 20,8 - 2) = 28,2 \text{ мг/дм}^3.$$

2. За формулою 2 визначається об'єм осаду, який утворюється в процесі нейтралізації 1 м³ стоків при вологості P = 96 %.

$$W = \frac{10 \cdot M}{100 - P} = \frac{10 \cdot 28,2}{100 - 96} = 70,5 \text{ \%}.$$

3. Загальна кількість сухого осаду за добу:

$$W_d = \frac{M \cdot Q_d}{10000} = \frac{28,2 \cdot 50}{10000} = 0,14 \text{ т/д.}$$

					03-51.2403.41.19	Лист
						52
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Гіпс, який утворюється внаслідок процесу нейтралізації кислих стоків можливо використовувати в промислово-будівельному комплексі даного регіону в якості вторинної сировини.

3.3 Ефективність очищення

Ефективність очищення стічних вод на очисних спорудах можна розрахувати за наступною формулою:

$$E = 100\% - \left(\frac{C_2 \times 100\%}{C_1} \right),$$

де C_1 – концентрація забруднюючих речовин в стічній воді до очищення, мг/л;

C_2 – концентрація забруднюючих речовин в стічній воді після очищення, мг/л.

До модернізації:

$$E = 100\% - \left(\frac{769 \times 100\%}{1503} \right) = 48,84 \%$$

Після модернізації:

$$E = 100\% - \left(\frac{103 \times 100\%}{1503} \right) = 93,15 \%$$

Після модернізації ефективність очищення зворотних стічних вод зросла на 44,31 %.

					03-51.2403.41.19	Лист
						53
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до розділу 3

1. Для нейтралізації оборотної води Іршанського ГЗК використовують в якості реагенту соду кальциновану. Для нейтралізації кислих стічних вод Іршанським гірничо-збагачувальним комбінатом витрачається значна кількість кальцинованої соди. Це не дає бажаного ефекту, після нейтралізації спостерігаються значні перевищення ГДК.

2. Для очищення стічних вод ІГЗК в якості реагенту було обрано відходи добування вапняку та виробництва вапнякових добрив Білокоровицького родовища. Таке рішення дає змогу вирішити проблему складування відходів Білокоровицького родовища та очистки стічних вод Іршанського ГЗК.

3. Загальна кількість сухого осаду, який утвориться в процесі нейтралізації 50 м³ стічних вод за добу – 0,14 т. Для очищення 1 г забруднюючих речовин, які входять до складу стоків необхідно 0,6 г СаО.

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						54
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

4.1 Розрахунок екологічного податку

Відповідно до ч. 1 ст. 240 розділу VIII «Екологічний податок» Податкового кодексу України від 01.06.2019 р. платниками екологічного податку є суб'єкти господарювання, юридичні особи, які не здійснюють господарську (підприємницьку) діяльність, бюджетні установи, громадські та інші підприємства, установи та організації, постійні представництва нерезидентів, включаючи тих, які виконують агентські (представницькі) функції відносно таких нерезидентів або їх засновників, під час провадження діяльності яких на території України і в межах її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони здійснюються:

1. викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення;
2. скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти;
3. розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах, крім розміщення окремих видів відходів як вторинної сировини;
4. утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені);
5. тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлений особливими умовами ліцензії строк [27].

Суми податку, який справляється за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти обчислюються за формулою:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot H_i),$$

					03-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К.Ю.						
Перевір.		Репін М. В.					55	5
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К.К.						

де M_i – обсяг скиду i -тої забруднюючої речовини в тонах;

H_i – ставка податку в поточному році за тону i -тої забруднюючої речовини у гривнях з копійками.

Розрахунок податку до модернізації: обсяги скидів забруднюючих речовин від ГЗК до модернізації наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Обсяг скидів забруднюючих речовин з об'єктів №1 та №2 до модернізації

Найменування забруднюючої речовини	Обсяг скиду, т	Ставка податку, грн/т
Завислі речовини	3,695	46,19
Хлориди	140,774	46,19
Сульфати	70,387	46,19
Азот амонійний	0,429	1610,48
Нітрити	0,0563	7909,77
Нітрати	14,077	138,57
Фосфати	0,225	1287,18
Нафтопродукти	0,0352	9474,05
Залізо загальне	0,5	21092,69
Алюміній	0,12	21092,69
Марганець	0,0704	21092,69

Сума податку, який справляється за скиди складе:

$$\begin{aligned} P_d = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot H_i) &= (3,695 \cdot 46,19) + (140,774 \cdot 46,19) + (70,387 \cdot 46,19) + \\ &+ (0,429 \cdot 1610,48) + (0,0563 \cdot 7909,77) + (14,077 \cdot 138,57) + \\ &+ (0,225 \cdot 1287,18) + (0,0352 \cdot 9474,05) + (0,5 \cdot 21092,69) + \\ &+ (0,12 \cdot 21092,69) + (0,0704 \cdot 21092,69) = 28196,57 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Розрахунок податку після модернізації: обсяги скидів забруднюючих речовин від ГЗК після модернізації наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Обсяг скидів забруднюючих речовин з об'єктів №1 та №2 після модернізації

Найменування забруднюючої речовини	Обсяг скиду, т	Ставка податку, грн/т
Завислі речовини	2,5865	46,19
Хлориди	98,542	46,19
Сульфати	49,2709	46,19
Азот амонійний	0,3003	1610,48
Нітрити	0,03941	7909,77
Нітрати	9,8539	138,57
Фосфати	0,1575	1287,18
Нафтопродукти	0,025	9474,05
Залізо загальне	0,35	21092,69
Алюміній	0,084	21092,69
Марганець	0,04928	21092,69

Сума податку, який справляється за скиди після модернізації складе:

$$\begin{aligned}
 \Pi_{\text{п}} = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot H_i) &= (2,5865 \cdot 46,19) + (98,542 \cdot 46,19) + (49,2709 \cdot 46,19) + \\
 &+ (0,3003 \cdot 1610,48) + (0,03941 \cdot 7909,77) + (9,8539 \cdot 138,57) + \\
 &+ (0,1575 \cdot 1287,18) + (0,025 \cdot 9474,05) + (0,35 \cdot 21092,69) + \\
 &+ (0,084 \cdot 21092,69) + (0,04928 \cdot 21092,69) = 15735,37 \text{ грн.}
 \end{aligned}$$

Розрахуємо річну економію:

$$\Delta \Pi = \Pi_{\text{д}} - \Pi_{\text{п}} = 28196,57 - 15735,37 = 12461,2 \text{ грн.}$$

4.2 Розрахунок чистого еколого-економічного ефекту

Величина капіталовкладень, необхідних для експлуатації запропонованого обладнання наведена в табл. 4.3

Таблиця 4.3 – Величина капіталовкладень, необхідних для експлуатації запропонованого обладнання для зменшення шкідливих речовин

Назва	Сума
Одноразові капітальні вкладення (грн)	8600
Експлуатаційні витрати (грн/рік)	4300

До одноразових капітальних вкладень входять інвестиції на встановлення об'єкту та його вартість. До експлуатаційних витрат входять витрати на технічне обслуговування та ремонт об'єкту [28].

Розмір чистого економічного річного ефекту розраховується за формулою:

$$E = (\Delta P + \Delta D) - (C + E_n \cdot K),$$

де ΔP – результат природоохоронних заходів;

ΔD – додатковий дохід;

E_n – коефіцієнт дисконтування, $E_n = 0,15$;

C – експлуатаційні витрати за рік;

K – вартість установки.

$$E = (12461,2 + 0) - (4300 + 0,15 \cdot 8600) = 6871,2 \text{ грн/рік},$$

Термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = (C + E_n \cdot K) / E = (4300 + 0,15 \cdot 8600) / 6871,2 = 0,81 \text{ роки}$$

Термін окупності запропонованих заходів складе 0,81 років.

Висновки до розділу 4

1. Річна економія за рахунок зменшення обсягу скидів після модернізації становитиме 12461,2 грн/рік.

2. Чистий еколого-економічний ефект становитиме 6871,2 грн/рік.
Термін окупності установки 0,81 роки.

					03-51.2403.41.19	Лист
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		59

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

В даному розділі розглянуті питання безпеки експлуатації гірничо-збагачувальних комбінатів та кар'єрів, що входять до їх складу.

Розглянуті умови праці персоналу на робочому місці. Заходи, завдяки яким забезпечуються безпечні умови праці. А також порядок складання актів про нещасні випадки, що сталися під час роботи на підприємстві.

5.1 Загальні положення

Охорона праці на кар'єрах є системою законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, санітарно-гігієнічних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, збереження працездатності й здоров'я людини в процесі праці. З охороною праці нерозривно пов'язана охорона навколишнього середовища, що передбачає розробку і впровадження безвідходних технологій, зменшення викидів забруднюючих речовин і раціональне використання ресурсів.

ОП об'єднує комплекс соціально-технічних знань, серед якого можна виділити: загальні питання, що включають трудове законодавство, організацію роботи зі створення та аналізу безпечних умов праці; виробничу санітарію як систему технічних і організаційних заходів, створених відповідно до вимог гігієни праці й санітарії для запобігання та зниження впливу на робітників загрожуючих їм виробничих чинників; техніку безпеки як систему технічних засобів і організаційних заходів для запобігання та зниження впливу на робітників загрожуючих їм виробничих чинників; пожежну безпеку як систему технічних засобів і організаційних заходів, для профілактики,

					ОЗ-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К.Ю.					60	10
Перевір.		Козлов С. С.						
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К.К.						

ліквідації вибухів і пожеж, а також зниження їх наслідків [29].

Забезпечення безпеки праці, тобто таких умов праці, при яких виключається вплив на робітників небезпечних виробничих факторів є основним завданням охорони праці. Для досягнення цього важливим є визначення рівня й виявлення місць прояву небезпечних шкідливих факторів із використанням вимірювального, розрахункового, органолептичного, реєстраційного, експертного, соціологічного й змішаного методів.

Виробничі фактори класифікують за природою дії на хімічні, біологічні, фізичні й психофізіологічні. Внаслідок дії шкідливих виробничих факторів виникає професійне захворювання – патологічний стан людини, зумовлений роботою і пов’язаний з шкідливою дією небезпечних виробничих факторів або надмірним напруженням організму.

Несприятливими виробничими факторами, що можуть призвести до професійного захворювання, може бути забруднення повітря, недостатнє освітлення на робочих місцях, певні метеорологічні умови, високий рівень шуму та вібрації, підвищена напруженість і високий ступінь складності праці [30].

Серед професійних захворювань гірників можна виділити пневмоконіози, гострі респіраторні захворювання, віброхворобу, туговухість.

Дотримання вимог документації з охорони праці та сприятливі умови праці роблять можливим уникнення професійних захворювань та виробничого травматизму, зменшення витрат на лікування, покращення умов праці, підвищення працездатності та збереження здоров’я робітників кар’єрів.

Метеорологічні умови визначаються температурою, відносною вологістю і рухливістю повітря. Санітарні норми вимагають забезпечити на робочому місці нормальну температуру, нормальну відносну вологість, рухливість повітря та забезпечення пристроями очищення повітря.

Терморегуляція - це здатність людського організму зберігати постійну температуру (36,6) незалежно від температури зовнішнього середовища.

					03-51.2403.41.19	Лист
						61
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість тепла що виділяється людиною залежить від тяжкості виконуваної роботи.

Санітарні норми встановлюють температуру повітря в приміщенні. Надмірне тепло викликає у людини порушення теплообміну, що може призвести до ураження нервової системи, тому для нормалізації метеорологічних умов створюється штучна і природна вентиляція. Природна вентиляція здійснюється через кватирки, фрамуги, вентиляційні короба. Штучна вентиляція влаштовується в приміщеннях зі значним тепловим виділенням і малої шкідливістю. Для найкращої нормалізації температури в приміщенні використовуються кондиціонери. Промениста енергія виходить від нагрівальних приладів, при електро та газовому зварюванні, від сонячної радіації і ультрафіолетових променів - може викликати опіки різних ступенів [31].

Захист від опіків променистої енергії і підвищених температур:

1) захист очей; 2) спеціальний одяг; 3) застосування екранування; 4) повітряний душ; 5) пристрій водяних завіс; 6) перерви в роботі; 7) забезпечення працюючих підсоленою водою.

Робота на відкритому повітрі в холодний період року загрожує обмороженням. Першу допомогу при обмороженні надають на робочому місці, шляхом розтирання пошкоджених ділянок.

При вітрі в 6 балів (12-13 м/с), при знижених температурах роботу заборонено.

Заходи щодо попередження обмороження:

- Видача теплового спецодягу;
- Встановлення перерв у роботі та легких укриттів робочих місць.

Відносна вологість повітря встановлюється санітарними нормами і вважається в межах 50-60% при температурі не нижче 24 С. У теплий період року допускається збільшення вологості до 75% [30]. Вологість приміщення регулюється кондиціонерами. Швидкість руху повітря: - в холодний період року 0,1-0,5 м / с; - в теплий період року 0,1-1,5 м/с.

					03-51.2403.41.19	Лист
						62
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Неправильно організоване освітлення робочих місць погіршує зір, стомлює зоровий апарат, викликає зниження гостроти зору, негативно впливає на нервову систему і може бути причиною травматизму.

Освітлення має бути рівномірним і достатнім. Залежно від джерела освітлення розрізняють три види: природне, штучне, змішане освітлення.

За призначенням штучне освітлення поділяється:

- робоче (призначене для освітлення робочих місць);
- аварійне (для освітлення технологічних процесів при раптовому вимкненні робочого освітлення);
- евакуаційне (передбачається на шляхах евакуації людей);
- охоронне (освітлення межами території будівельного майданчика вночі);
- чергове (для освітлення робочого місця у позаробочий час).

Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природного освітлення. Він дозволяє оцінювати і нормувати умови природного освітлення, і за санітарними нормами він приймається від 1 до 10%.

Штучне освітлення вимірюється в люксах. Штучне освітлення буває: загальне і місцеве.

Загальне – весь майданчик висвітлюється однотипними світильниками, рівномірно розташованими над освітлюваної поверхнею. Розрізняють загальне локалізоване освітлення – це напрямок світлового потоку з урахуванням розташування робочих місць.

Місьцеве - штучне освітлення застосовується для освітлення тільки зони виробництва робіт, здійснюється стаціонарними та переносними освітлювальними приладами.

Висота підвісу світильника на відкритих площах залежить від потужності ламп, типу світильника, прозорості колби. Електролампи загального освітлення підвішують на висоті більше 2,5 м від підлоги або настилу, 3,5 м над проходами, над проїздами бм. Прожектори встановлюються

на висоті 4,5-27м. Освітленість робочих місць перевіряється люксометром. Засоби захисту: захисні окуляри, світлофільтри.

5.2 Техніка безпеки при експлуатації машин і обладнання ГЗК

Всі роботи на ГЗК здійснюються під керівництвом призначеної наказом відповідальної особи. Медичний огляд повинні пройти всі працівники, що здійснюють навантажувально-розвантажувальні роботи.

До початку роботи кожен робітник має перевірити стан робочого місця, запобіжних пристроїв, інструментів, механізмів та приладів. У разі виявлення недоліків, робітник, зобов'язаний повідомити про це керівника або особу, що відповідає за безпеку праці.

Заборонено відпочинок чи перебування у вибої та на відстані, меншій двох метрів від нижньої бровки уступу, поруч з працюючими машинами і механізмами [31].

Перед початком роботи механізмів або початку руху транспорту подається звуковий, вночі також світловий сигнали, які вдомі всім працівникам кар'єру.

Робітник, який помітив небезпеку, повинен вжити заходів і негайно повідомити про це керівника або особу, відповідальну за ОП.

Небезпечні місця у гірничих виробках кар'єрів повинні огорожуватися загородками, позначатися відповідними знаками, що освітлюються.

Заборонено загромождувати робочі місця, підходи до них мають бути вільними.

У неробочий час гірничі та інші машини мають бути виведені з вибою чи відвернуті від нього, на замок мають бути замкнені двері кабіни, кабель, що живить машину, слід знеструмити.

У разі пожежної ситуації всі роботи зупиняються, крім робіт, з її ліквідації. Кожна споруда, що знаходиться на території кар'єру, має бути побудована відповідно до протипожежних норм і правил.

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						64
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Порядок розслідування, обліку та звітності нещасних випадків регламентується «Положенням про розслідування та облік нещасних випадків на виробництві».

Розслідуванню та обліку підлягають нещасні випадки, які сталися з працівниками, що перебували на постійній, тимчасовій або сезонної роботи, позаштатними працівниками і працюючим за сумісництвом; з членами організації орендарів; на будівництві об'єктів; зі студентами при проходженні практики [29]:

1. При виконанні трудових обов'язків, а також при здійсненні будь-яких дій за дорученням наймача або без доручення, але в його інтересах;
2. По дорозі на роботу або з роботи на транспорті наймача;
3. На території підприємства або в іншому місці роботи протягом робочого часу, включаючи перери;
4. Протягом часу, необхідного для приведення в порядок знарядь виробництва, одягу перед початком або після закінчення роботи;
5. При аварії на виробничих об'єктах, обладнанні;
6. З працівником, який перебував на змінному відпочинку на транспортному засобі або на території вахтового селища;
7. З працівником, чия діяльність пов'язана з пересуванням між об'єктами обслуговування, в робочий час на громадському транспорті або на шляху прямування пішки, а також під час проходження до місця роботи за завданням наймача;
8. У робочий час на особистому транспорті за наявності розпорядження наймача на право використання його для службових поїздок або за дорученням роботодавця;

На нещасні випадки на виробництві, що викликали у працівників втрату працездатності на термін не менше одного дня чи необхідність його переведення на іншу роботу на один день і більше відповідно до медичного висновку, складається акт за формою Н-1.

Нещасні випадки на виробництві без втрати працездатності розслідуються та враховуються наймачем в «Журналі реєстрації мікротравм».

Не підлягають обліку випадки, якщо при розслідуванні встановлено факт самогубства, природної смерті, травми, отриманої постраждалим при вчиненні ним злочину, а також нещасні випадки, що сталися внаслідок алкогольного сп'яніння, наркотичного, токсичного отруєння або наслідку такого отруєння (зупинка серця, інсульт асфіксія) , якщо вони не викликані застосуванням у виробництві процесу технічних спиртів, ароматичних, наркотичних та інших подібних речовин, неправильним їх застосуванням, транспортуванням і зберіганням. Рішення в зазначених випадках приймається тільки на підставі висновку уповноважених на це компетентних органів і оформляється у вигляді службового розслідування [30].

Захистом від ураження електричним струмом при переході на конструктивні частини електричного обладнання служать: заземлення, занулення, відключення обладнання, облаштування ізоляційних покриттів, громовідводи, дистанційне управління.

Заземлення та занулення виконується на основі:

- правил улаштування електроустановок;
- правил технічної експлуатації електроустановок споживачів;
- правил техніки безпеки електроексплуатації установок;
- інструкція з пристрою заземлення та занулення.

За інструкцією занулення і заземлення виконується у всіх установках у яких напруга більше ніж 380В змінного струму; в установках розміщених в приміщенні з підвищеною небезпекою 42В змінний, 110В постійний; у вибухонебезпечних установках при будь-якій напрузі.

Зануленню підлягають: корпуси будівельних машин і обладнання з електроприводом; трансформатори; освітлювальна арматура; підкранові колії; металеві лісу; конструкції будівель і споруд.

Заземлення - це електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих не струмоведучих частин обладнання, які можуть опинитися під напругою.

Занулення - це електричне з'єднання з нульовим захисним проводом металевих не струмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою.

Для заземлення використовують штучні і природні заземлювачі. Як природних заземлювачів можуть бути: будь-які металеві конструкції будівель і споруд добре з'єднаних із землею; трубопроводи, підкранові колії; каркаси розподільних установок.

По закінченню монтажних робіт з улаштування заземлення перевіряють відповідність виконаного заземлення вимогам інструкції, заміряють дійсне опір заземлювача, складається акт на приховані роботи і заповнюється технічний паспорт заземлення [31].

5.3 Протипожежна безпека

Горіння будь-якої речовини можна припинити, впливаючи фізичним або хімічним методом на реакцію горіння, внаслідок чого відбувається зменшення кількості тепла, що виділяється, зниженням температури горіння і в кінцевому рахунку припинення реакції. Виходячи з цього розрізняють наступні механізми припинення горіння: розведення концентрацій реагуючих речовин; ізоляція реагуючих речовин; охолодження реагуючих речовин; хімічне гальмування реакції горіння.

Перші три механізми складають основу фізичного, а четвертий - хімічного методу впливу на реакцію горіння. У практиці гасіння пожеж нерідко використовують також різноманітні їхні комбінації.

Припинення горіння розбавленням концентрації реагуючих речовин. Сутність цього механізму полягає в розведенні повітря або горючої речовини, що поступає в зону горіння, негорючими речовинами до тих пір, поки суміш, що утворюється в зоні реакції стане негорючою. Найбільш уживаними

речовинами для припинення горіння розбавленням концентрації реагуючих речовин є азот, продукти згоряння, двоокис вуглецю, водяна пара [30].

Припинення горіння ізоляцією реагуючих речовин. У цьому випадку пальне речовина або зону горіння відокремлюють від повітря. Якщо пальне речовина ізольовано (наприклад, шар горючої рідини засипаний піском або накритий кошмою), то виключено зовсім або обмежена надходження в зону горіння горючих парів, внаслідок чого горіння припиняється. Якщо зона горіння ізольована від навколишнього середовища (наприклад, апарат з рідиною, що горить закритий кришкою або азбестовим покривалом), в зону горіння припиняється надходження кисню повітря, без якого неможливе протікання реакції. Виняток становлять ті випадки, коли кисень міститься в самому пальному речовині, в кількостях, достатніх для горіння (наприклад, в бавовні, целулоїдній кіноплівці та ін.)

Припинення горіння охолодженням реагуючих речовин. Як відомо, горіння будь-якої речовини можливо в тому випадку, якщо виділяються їм горючі пари або гази нагріті до температури запалення. Отже, охолоджуючи палаюче речовина, можна досягти такого стану, коли випари будуть не в змозі зайнятися. Використовуючи цю особливість, можна припинити горіння на пожежі. Найбільш поширеною речовиною з такими властивостями є вода.

Одним з методів гасіння, заснованих на охолодженні зони реакції, є метод перемішування палаючого речовини (у сипучому або рідкому стані) з нижніми, більш холодними шарами. Внаслідок цього відбувається охолодження верхнього шару і зниження швидкості горіння до таких меж, при яких горіння стає неможливим. Цей метод досить широко використовують в даний час для гасіння зерна в силосах елеваторів і легкозаймистих рідин у резервуарах [31].

Хімічне гальмування реакції горіння. Ефект гасіння пожежі може бути досягнуто також і в тому випадку, якщо в зону горіння подавати вогнегасні засоби, здатні змінювати напрямок реакції завдяки різкому зменшенню кількості виділяється при горінні тепла. Для цієї мети застосовують

					ОЗ-51.2403.41.19	Лист
						68
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

газоподібні або легко переходять у газоподібний стан термічно нестійкі речовини, здатні при розкладанні утворювати радикали або атоми, активно реагують з проміжними продуктами реакції горіння [30].

Висновки до розділу 5

1. У гірничо-збагачувальному комбінаті шкідливими для здоров'я працюючого персоналу є: пил, вихлопні гази, продукти технологічних робіт, вібрація та шум. Крім того, небезпеку для людини становлять: ураження електричним струмом, частинами машин та механізмів що рухаються, та травматизм при розвантажувально-навантажувальних роботах.

2. До керування технологічними та транспортними машинами допускаються особи, що пройшли спеціальне навчання, здали іспити та отримали посвідчення на право керування відповідною машиною. На робочих місцях повинні бути вивішені плакати та попереджувальні записи з техніки безпеки. Робоче місце персоналу повинне задовільняти усім правилам та нормам, що регулюють безпечні умови праці

3. Процес горіння можна припинити, впливаючи фізичним або хімічним методом на нього. Розрізняють такі методи припинення горіння: розведення концентрацій реагуючих речовин, ізоляція реагуючих речовин, охолодження реагуючих речовин, хімічне гальмування реакції горіння. Для більшої ефективності використовують комбінування цих методів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи була вирішена проблема мінімізації скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти та модернізації системи очищення стічних вод на АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат. При цьому були вирішені наступні задачі:

1. Проналізувавши характеристики стічних вод, цикли водопостачання та вплив на навколишнє середовище АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат встановлено недосконалість існуючої системи очищення стічних вод на підприємстві.

2. Розглянуто сучасні підходи щодо очищення стічних вод гірничо-збагачувальних комбінатів.

3. Запропоновано вдосконалення системи очищення стічних вод за допомогою методу вапнування стоків.

4. Розраховано, що після впровадження запропонованого методу обсяг забруднюючих речовин у зворотних стічних водах зменшиться, ефективність очищення зросте на 44,31 %.

5. Річна економія за рахунок зменшення обсягу скидів після модернізації становитиме 12461,2 грн/рік. Чистий економічний ефект після впровадження запропонованого методу становитиме 6871,2 грн/рік. Термін окупності запропонованих в проекті рішень 0,81 років.

					ОЗ-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К.Ю.						
Перевір.		Тверда О. Я.					70	1
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Мирзаев Г. Г., Иванов Б. А., Щербаков В. М., Проскуряков Н. М. Экология горного производства. М. : Недра, 1991. 230 с.
2. Коржнев Н. М., Міщенко В. С., Шестопапов В. М., Яковлев С. О. Концептуальні основи поліпшення стану довкілля гірничовидобувних районів України. К. : РВПС НАНУ, 2000. 76 с.
3. Кодекс України про надра : Закон України від 14.07.1994 р. №132/94-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1994. № 36. Ст. 340.
4. Білявський О. Г., Бутченко Л. І. Основи екології теорія та практикум : навч. посіб. К. : Лібра, 2014. 368 с.
5. Крайнов С.Р. Гидрогеохимия. М. : Недра, 1992. 463 с.
6. Білецький В. С., Олійник Т. А., Смирнов В. О., Скляр Л. В. Техніка та технологія збагачення корисних копалин. Кривий Ріг : КНУ, 2019. 232 с.
7. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов. Москва : АСВ, 2004. 704 с.
8. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов. Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. 704 с.
9. Соколов Л. И. Ресурсосберегающие технологии в системах водного хозяйства промышленных предприятий. Москва : АСВ, 1997. 256 с.
10. Величко О. М., Зеркалов Д. В. Екологічний моніторинг : навч. посіб. К.: Основа, 2002. 256 с.
11. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод : навч. посіб. Рівне : Рівненська друкарня, 2003. 622 с.
12. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.91 р. № 1264-ХІІ. *Відомості Верховної Ради України*. 1991. № 41. Ст. 546.

					ОЗ-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К.Ю.						
Перевір.		Тверда О. Я.					71	3
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

13. Водний кодекс України : Закон України від 17.11.1995 р. № 213/95-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1995. № 24. Ст. 189.
14. Андрейцев В.І. Екологічне право: Особлива частина: підр. для студ. юр. ВУЗів. К.: Істина, 2001. 544 с.
15. Кульский Л. А. Основы химии и технологии воды. К: Наукова думка, 1991. 568 с.
16. Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод. М. : Стройиздат, 1985. 335 с
17. Томаков П. И., Коваленко В. С., Михайлов А. М., Калашников А. Г. Экология и охрана природы при открытых горных работах. М : МГУ, 1994. 417 с.
18. Мальований М. С., Петрушка І. М. Очищення стічних вод природними дисперсними сорбентами : монографія. Л. : Львів. політехніка, 2012. 180 с.
19. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2012. 284 с.
20. Горлов В.Д. Рекультивация земель на карьерах. М.: Недра, 1981. 260 с.
21. Долина Л. Ф. Проектирование и расчет сооружений и установок для физико-химической очистки производственных сточных вод : учеб. пособ. Днепропетровск : Континент, 2004. 127 с.
22. Бакка М. Т. Екологія гірничого виробництва : навч. посіб. Житомир: ЖДТУ, 2004. 307 с.
23. Луценко Г. А. Физико-химическая очистка городских сточных вод. М. : Стройиздат, 1984. 88 с.
24. Водоподготовка : справ. / под ред. С.Е. Беликова. М. : Аква-Терм, 2007. 240 с.

25. Беспамятнов Г. П., Кротов Ю. А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Л. : Химия, 1985. 528 с.
26. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : підр. К. : Вища школа, 2005. 672 с
27. Податковий кодекс України : Закон України від 02.12.2010 р. № 2755–IV. *Відомості Верховної Ради України*. 2011. № 13-14, №15-16, № 17. Ст. 112.
28. Еколого-економічна ефективність. URL : http://pidruchniki.com/10560412/ekologiya/rozrahunok_ekologokonomichtnoyi_efektivnosti_virobnichih_protseviv (дата звернення 1.06.2019).
29. Про охорону праці : Закон України від 14.10.92 р. № 2695-ХІІ. *Відомості Верховної Ради України*. 1992. № 49. Ст.668.
30. Основи охорони праці : підручник / О. І. Запорожець та ін. 2-ге вид. Київ : ЦУЛ, 2016. 264 с.
31. Керб Л. П. Основи охорони праці : навч.-метод. посіб. К. : КНЕУ, 2003. 215 с.

ДОДАТОК А

**АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія
«Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» з
модернізацією системи очистки стічних вод**

Виконала: студ. 4-го курсу, гр ОЗ-51

Горбачова К. Ю.

Керівник: д. т. н., доц. Тверда О. Я.

					ОЗ-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДОДАТОК А	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К. Ю.						
Перевір.		Тверда О. Я.					74	8
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЕКТУ

Мета проекту – зниження рівня забруднення стічних вод з використанням методів нейтралізації забруднюючих речовин.

Об’єкт дослідження – процес забруднення стічних вод внаслідок видобутку і збагачення ільменіту.

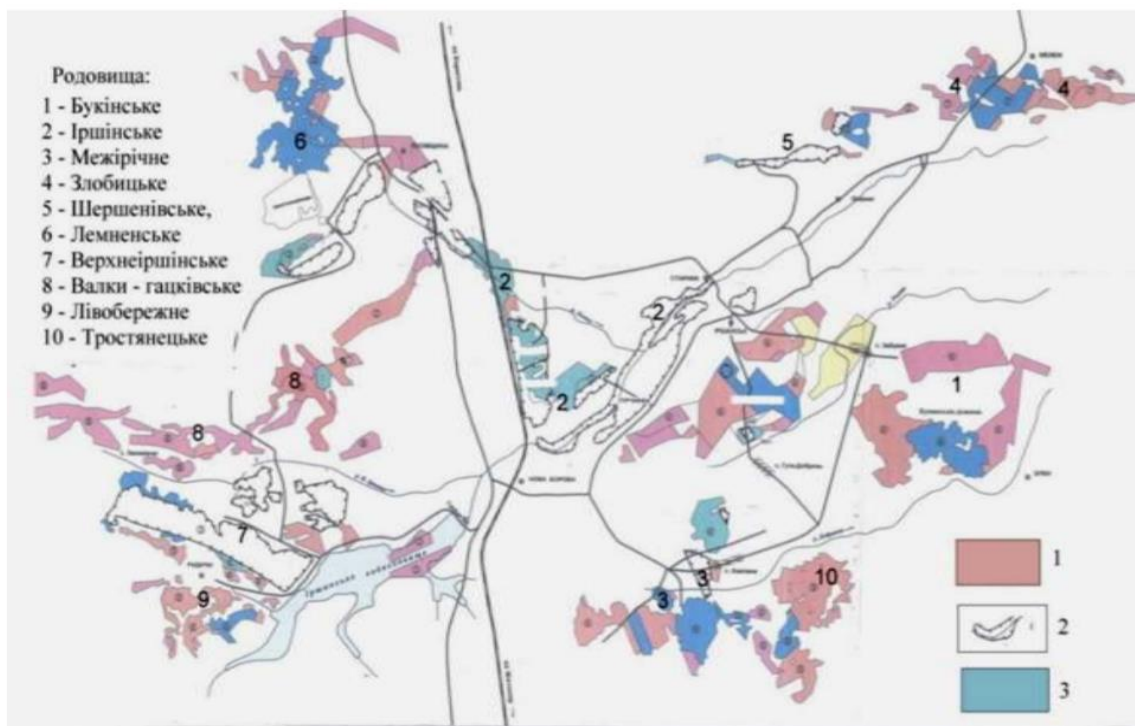
Предмет дослідження – методи очищення промислових стічних вод від шкідливих речовин на гірничо-збагачувальному комбінаті.

Задачі проекту:

- оцінити наявну систему очищення стічної промислової води на АТ «Об’єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат»;
- виконати аналіз сучасних підходів щодо очищення стічних вод гірничо-збагачувальних комбінатів;
- виконати аналіз доцільності впровадження вапнування для очистки стоків;
- розрахувати еколого-економічний ефект від модернізації існуючої системи очистки стічних вод на ГЗК.

					ОЗ-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горбачова К. Ю.			ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Тверда О. Я.					75	8
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат»



Схематичний план титанових родовищ

Іршанської групи:

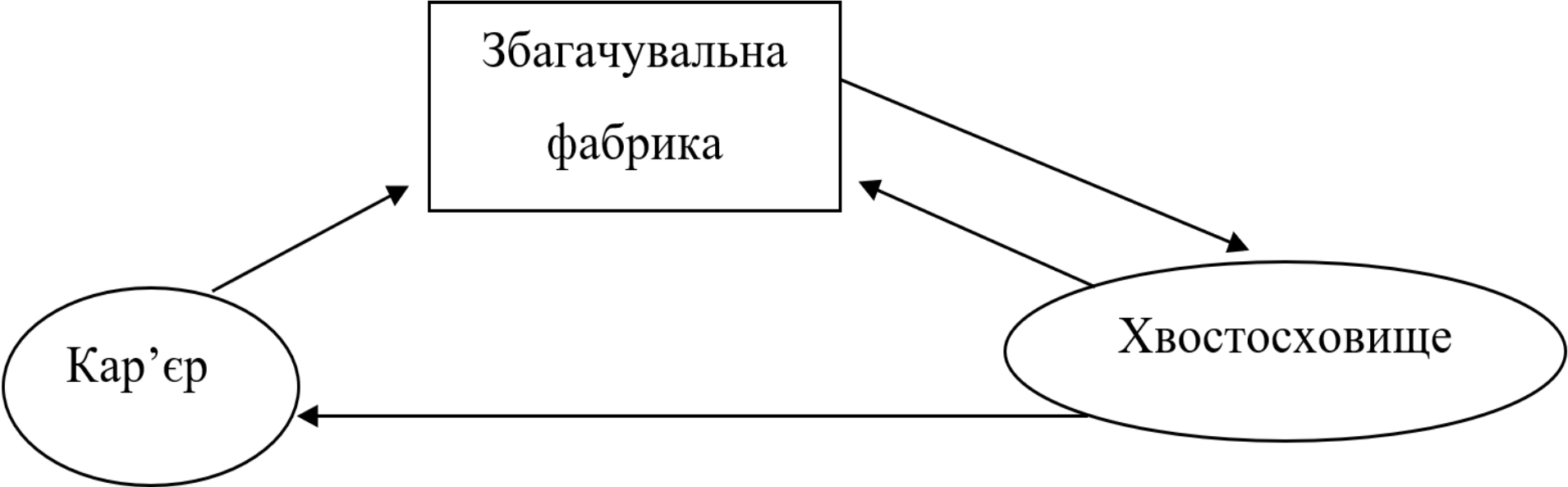
1-перспективні поклади;

2-діючі кар'єри;

3-відпрацьовані ділянки.

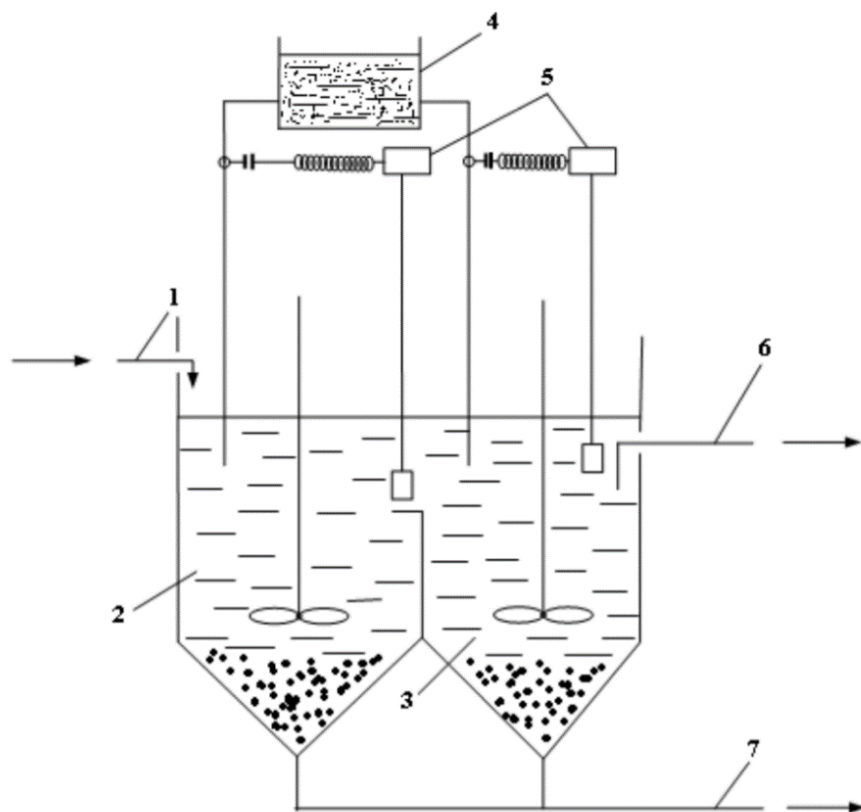
					ОЗ-51.2403.41.19				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літ.		Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К. Ю.							
Перевір.		Тверда О. Я.						76	8
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51			
Н. Контр.									
Затверд.		Ткачук К. К.							

Типова спрощена схема оборотного водопостачання комплексів
кар'єр → хвостосховище → фабрика



					ОЗ-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К. Ю.						
Перевір.		Тверда О. Я.					77	8
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

Камера нейтралізації з двоступеневим введенням реагентів



1 – подача стічної води;

2, 3 – відділення нейтралізаційної камери;

4 – бак з розчином вапна;

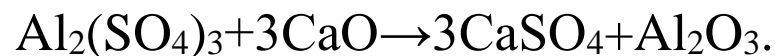
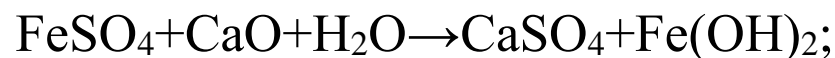
5 – рН-метр;

6 – подача води у відстійники;

7 – видалення осаду

					ОЗ-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К. Ю.						
Перевір.		Тверда О. Я.					78	8
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, ОЗ-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

ВПЛИВ ОКСИДУ КАЛЬЦІЮ НА СКЛАДОВІ СТОКІВ



Гіпс, який утворюється внаслідок процесу нейтралізації кислих стоків можливо використовувати в промислово-будівельному комплексі даного регіону в якості вторинної сировини. Кількість осаду, який утворюється при нейтралізації 50 м³ стоків – 0,14 т.

					03-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К. Ю.						
Перевір.		Тверда О. Я.					79	8
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, 03-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

Найменування забруднюючої речовини	Обсяг скиду до модернізації, т	Обсяг скиду після модернізації, т
Завислі речовини	3,695	2,5865
Хлориди	140,774	98,542
Сульфати	70,387	49,2709
Азот амонійний	0,429	0,3003
Нітрити	0,0563	0,03941
Нітрати	14,077	9,8539
Фосфати	0,225	0,1575
Нафтопродукти	0,0352	0,025
Залізо загальне	0,5	0,35
Алюміній	0,12	0,084
Марганець	0,0704	0,04928

Сума податку, який справляється за скиди складає 28196,57 грн.

Сума податку, після модернізації складе 15735,37грн

Річна економія за рахунок скорочення обсягів скидів:

$$\Delta\P = \Pi_{\text{д}} - \Pi_{\text{п}} = 28196,57 - 15735,37 = 12461,2 \text{ грн.}$$

Чистий економічний річний ефект:

$$E = (\Delta\P + \Delta D) - (C + E_{\text{н}} \cdot K) = 6871,2 \text{ грн/рік.}$$

Термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = (C + E_{\text{н}} \cdot K)/E = 0,81 \text{ років.}$$

					03-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К. Ю.						
Перевір.		Тверда О. Я.					80	8
Реценз.						КІП Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, 03-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті проведеної роботи була досягнута мета по зменшенню скидів забруднюючих речовин та були вирішені наступні задачі:

- Встановлено недосконалість існуючої системи очищення стічних вод на підприємстві.
- Запропоновано вдосконалення системи очищення стічних вод за допомогою методу вапнування стоків.
- Розраховано, що після впровадження запропонованого методу обсяг забруднюючих речовин у зворотних стічних водах зменшиться, а ефективність очищення зросте на 44,31 %.
- Річна економія за рахунок зменшення обсягу скидів після модернізації становитиме 12461,2 грн/рік. Чистий економічний ефект після впровадження запропонованого методу становитиме 6871,2 грн/рік. Термін окупності запропонованих в проекті рішень 0,81 років.

					03-51.2403.41.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горбачова К. Ю.						
Перевір.		Тверда О. Я.					81	8
Реценз.						КПІ Ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, 03-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						